
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Gazi
1926

KREDİBİLİTE TEORİSİNE ALTERNATİF BİR HİBRİT MODEL: İKİ YÖNLÜ HİYERARŞİK ÇAPRAZ SINIFLAMA KREDİBİLİTE MODELİ

Seda Tuğçe ALTAN

DOKTORA TEZİ
İSTATİSTİK ANA BİLİM DALI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

OCAK 2025

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Seda Tuğçe ALTAN

09/01/2025

KREDİBİLİTE TEORİSİNE ALTERNATİF BİR HİBRİT MODEL: İKİ YÖNLÜ HİYERARŞİK ÇAPRAZ SINIFLAMA KREDİBİLİTE MODELİ

(Doktora Tezi)

Seda Tuğçe ALTAN

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ocak 2025

ÖZET

Hayat dışı sigorta branşında primin belirlenmesinde kullanılan kredibilite teorisi, geçmiş ve yakın dönem verileri arasında dengeli dağılımın ağırlıklı tahminini yapmak için kullanılan bir hesaplama yöntemidir. Ağırlıklandırma işlemi Z kredibilite faktörüyle yapılmaktadır. Z kredibilite faktörünün hesaplanmasında kredibilite teorisi kapsamında geliştirilen kredibilite yaklaşımları kullanılmaktadır. Kredibilite yaklaşımları ise kredibilite modelleri aracılığıyla uygulanmaktadır. Hiyerarşik kredibilite ve çapraz sınıflama modelleri bu modellere örnek olarak verilebilmektedir. Hiyerarşik kredibilite modeli heterojen ve büyük ölçekli portföyler için kullanılırken, çapraz sınıflama modeli risk faktörlerinin etkisini modele dahil etmek için kullanılmaktadır. Sigorta portföyleri genellikle büyük ölçekli ve heterojen yapıya sahip olup çoğu zaman söz konusu portföylerde risk faktörlerinin etkisinin modele dahil edilmesi yapılacak tahminler için büyük önem taşımaktadır. Ancak literatürde büyük ve heterojen portföylerde risk faktörlerinin etkisinin modele dahil edilmesine olanak sağlayan herhangi bir kredibilite modeli bulunmamaktadır. Literatürdeki bu eksikliği gidermek adına bu tez çalışmasında büyük ölçekli ve heterojen portföylerde risk faktörlerinin etkisinin modele dahil edilmesine olanak sağlayan iki yönlü hiyerarşik ve çapraz sınıflama kredibilite modellerinin birlikte kullanıldığı yeni hibrit bir model önerilmiştir. Bu kapsamda bu tez çalışmasında öncelikli olarak kredibilite teorisi ve kredibilite teorisi bağlamında geliştirilen kredibilite yaklaşımları üzerinde durulmuştur. Bununla birlikte iki yönlü hiyerarşik kredibilite ve çapraz sınıflama modellerinin birlikte kullanıldığı hibrit modelin teorik yapısına ve söz konusu hibrit model aracılığıyla gerçek veriler üzerinden yapılan uygulamaya yer verilmiştir. Yapılan uygulamayla, Türkiye'de bölgeler ve bölgelere bağlı illerde bir sonraki dönem takipteki kredi tutarlarına ilişkin prim değerleri ile bölgelere bağlı illerde banka ve kredi türü olarak belirlenen risk faktörlerine yönelik prim değerleri hesaplanmıştır. Böylelikle Türkiye'de bir sonraki dönem takipteki kredi tutarları açısından riskli olan bölge ve bölgelere bağlı iller ile birlikte il düzeyinde riskli olan banka ve kredi türleri belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır.

Bilim Kodu	:	20511
Anahtar Kelimeler	:	Kredibilite teorisi, iki yönlü hiyerarşik kredibilite modeli, iki yönlü çapraz sınıflama modeli, kredibilite kestirimi
Sayfa Adedi	:	167
Danışman	:	Prof. Dr. Meral EBEGİL

AN ALTERNATIVE HYBRID MODEL TO CREDIBILITY THEORY: TWO-WAY HIERARCHICAL CROSSED CLASSIFICATION CREDIBILITY MODEL

(Ph. D. Thesis)

Seda Tuğçe ALTAN

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

January 2025

ABSTRACT

Credibility theory, used in determining premiums in non-life insurance branches, is a computational method employed to make weighted predictions for a balanced distribution between past and recent data. The weighting process is carried out using the Z credibility factor. To determine the Z credibility factor, credibility approaches developed within the framework of credibility theory are used. These credibility approaches are applied through credibility models. Examples of such models include the hierarchical credibility model and the crossed classification model. The hierarchical credibility model is used for heterogeneous and large-scale portfolios, while the crossed classification model is used to incorporate the effects of risk factors into the model. Insurance portfolios are generally heterogeneous in nature, and in large-scale and heterogeneous portfolios, incorporating the effects of risk factors into the model is of great importance for making predictions. However, there is no credibility model in the literature that allows the inclusion of the effect of risk factors in large and heterogeneous portfolios. In order to overcome this gap in the literature, this thesis proposes a new hybrid model that combines two-way hierarchical and crossed classification credibility models to incorporate the effect of risk factors in large-scale and heterogeneous portfolios. In this context, this thesis primarily focuses on credibility theory and credibility approaches developed in the context of credibility theory. In addition, the theoretical structure of the hybrid model using two-way hierarchical credibility and crossed classification models and the application of the hybrid model on real data are presented. With the application, the premium values for the next period non-performing loan amounts in the regions and provinces of Türkiye and the premium values for the risk factors determined as bank and loan type in the provinces of the regions are calculated. Thus, the regions and provinces in Türkiye that are risky in terms of next period non-performing loan amounts as well as the banks and loan types that are risky at the provincial level are determined and the results obtained are interpreted.

Science Code	:	20511
Key Words	:	Credibility theory, two-way hierarchical credibility model, two-way crossed classification model, credibility prediction
Page Number	:	167
Supervisor	:	Prof. Dr. Meral EBEGİL

TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasında bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen ve tez süresince beni destekleyen sevgili hocam Prof. Dr. Meral EBEGİL'e, tez izleme komitesinde yer alan ve değerli katkılarıyla tezimin şekillenmesine büyük emek veren sevgili hocalarım Prof. Dr. Fikri GÖKPINAR ve Prof. Dr. Mehtap AKÇİL OK'a, tezimin uygulama bölümünde değerli bilgi birikimini benimle paylaşan sevgili hocam Doç. Dr. Muhlis ÖZDEMİR'e teşekkürü borç bilirim. Tez süresince benden desteklerini esirgemeyen ve her zaman benim yanımda olan sevgileriyle bana güç veren sevgili aileme ve eşim Mutlu ALTAN'a çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET iv

ABSTRACT v

TEŞEKKÜR vi

İÇİNDEKİLER vii

ÇİZELGELERİN LİSTESİ x

ŞEKİLLERİN LİSTESİ xiii

SİMGELER VE KISALTMALAR xiv

1. GİRİŞ 1

2. KREDİBİLİTE KAVRAMI 7

3. KREDİBİLİTE YAKLAŞIMLARI 11

3.1. Bayesci Kredibilite 12

3.2. Sınırlı Dalgalanmalı Kredibilite 16

3.2.1. Sınırlı dalgalanmalı tam kredibilite 19

3.2.2. Sınırlı dalgalanmalı kısmi kredibilite 22

3.3. En Fazla Doğruluk Kredibilite Yaklaşımı 23

3.3.1. Bühlmann modeli 24

3.3.2. Bühlmann-Straub modeli 30

3.3.3. Jewell'in hiyerarşik kredibilite modeli 32

3.3.4. Çapraz sınıflama modeli 44

4. İKİ YÖNLÜ HİYERARŞİK ÇAPRAZ SINIFLAMA KREDİBİLTE MODELİ 63

4.1. İki Yönlü Hiyerarşik Çapraz Sınıflama Kredibilite Modeliyle Kredibilite Kestirimi 63

5. UYGULAMA 71

5.1. Uygulamada Kullanılan Bazı Kavramlara İlişkin Açıklamalar 72

Sayfa

5.2. İki Yönlü Çapraz Sınıflama Modelinin R Uygulaması 74

5.3. İki Yönlü Hiyerarşik Çapraz Sınıflama Kredibilite Modeliyle Bölgelere Bağlı İllerde Risk Faktörleri İçin Kredibilite Kestirimi 80

5.3.1. Batı Anadolu Bölgesi 82

5.3.2. İstanbul Bölgesi 88

5.3.3. Batı Marmara Bölgesi 89

5.3.4. Ege Bölgesi 92

5.3.5. Doğu Marmara Bölgesi 95

5.3.6. Akdeniz Bölgesi 98

5.3.7. Orta Anadolu Bölgesi 101

5.3.8. Batı Karadeniz Bölgesi 104

5.3.9. Doğu Karadeniz Bölgesi 108

5.3.10. Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi 109

5.3.11. Ortadoğu Anadolu 112

5.3.12. Güneydoğu Anadolu Bölgesi 114

5.4. İki Yönlü Hiyerarşik Çapraz Sınıflama Kredibilite Modeliyle Bölge ve İl Düzeyi İçin Kredibilite Kestirimi 121

6. DEĞERLENDİRMELER 131

7. SONUÇ 135

KAYNAKLAR 137

EKLER 141

EK-1. Batı Anadolu Bölgesi İçin Hesaplamalar 142

EK-2. İstanbul Bölgesi İçin Hesaplamalar 143

EK-3. Batı Marmara Bölgesi İçin Hesaplamalar 144

EK-4. Ege Bölgesi İçin Hesaplamalar 146

EK-5. Doğu Marmara Bölgesi İçin Hesaplamalar 149

EK-6. Akdeniz Bölgesi İçin Hesaplamalar 151

Sayfa

EK-7. Orta Anadolu Bölgesi İçin Hesaplamalar..... 154

EK-8. Batı Karadeniz Bölgesi İçin Hesaplamalar 156

EK-9. Doğu Karadeniz Bölgesi İçin Hesaplamalar 159

EK-10. Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi İçin Hesaplamalar 160

EK-11. Ortadoğu Anadolu Bölgesi İçin Hesaplamalar..... 162

EK-12. Güneydoğu Anadolu Bölgesi İçin Hesaplamalar 164

ÖZGEÇMİŞ 167

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 2.1. Birinci yıl sonunda sigortalılara ait hasar bilgisi 8

Çizelge 2.2. İkinci yıl sonunda sigortalılara ait hasar bilgisi 8

Çizelge 2.3. Onuncu yıl sonunda sigortalılara ait hasar bilgisi..... 9

Çizelge 3.1. Sektörlere bağlı gruplar için hasar miktarlarının ağırlıklı ortalamaları 41

Çizelge 3.2. Sektörler için kredibilite faktör değeriyle ağırlıklandırılmış ağırlıklı ortalamalar 42

Çizelge 3.3. Sektörlere bağlı gruplar için hesaplanan kredibilite kestirimleri..... 43

Çizelge 3.4. Risk faktör düzeylerine ilişkin ağırlıklar ve takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları..... 54

Çizelge 3.5. Kredibilite faktör değerleri 57

Çizelge 3.6. Risk faktörlerine ilişkin E bileşenleri 59

Çizelge 3.7. Kredibilite kestirim değerleri..... 61

Çizelge 5.1. Ankara için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları ($Xijw$)..... 82

Çizelge 5.2. Ankara için ağırlıklar ($wij\Sigma$) 83

Çizelge 5.3. Ankara için kredibilite faktör değerleri 84

Çizelge 5.4. Ankara için E bileşenleri 84

Çizelge 5.5. Ankara için düzeltilmiş ağırlıklı ortalama değerleri..... 85

Çizelge 5.6. Ankara için kredibilite prim değerleri 85

Çizelge 5.7. Konya için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları..... 87

Çizelge 5.8. Konya için ağırlıklar..... 87

Çizelge 5.9. Konya için kredibilite prim değerleri 87

Çizelge 5.10. İstanbul için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları 88

Çizelge 5.11. İstanbul için kredibilite prim değerleri 89

Çizelge 5.12. Balıkesir için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları..... 90

Çizelge 5.13. Balıkesir için kredibilite prim değerleri..... 90

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 5.14. Tekirdağ için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları 91
Çizelge 5.15. Tekirdağ için kredibilite prim değerleri 91
Çizelge 5.16. Aydın için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları 92
Çizelge 5.17. Aydın için kredibilite prim değerleri 93
Çizelge 5.18. İzmir için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı 93
Çizelge 5.19. İzmir için kredibilite prim değerleri 94
Çizelge 5.20. Manisa için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları 94
Çizelge 5.21. Manisa için kredibilite prim değerleri 95
Çizelge 5.22. Kocaeli için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları 96
Çizelge 5.23. Kocaeli için kredibilite prim değerleri 96
Çizelge 5.24. Bursa için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları 97
Çizelge 5.25. Bursa için kredibilite prim değerleri 97
Çizelge 5.26. Adana için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları 98
Çizelge 5.27. Adana için kredibilite prim değerleri 99
Çizelge 5.28. Antalya için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları 99
Çizelge 5.29. Antalya için kredibilite prim değerleri 100
Çizelge 5.30. Hatay için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları 100
Çizelge 5.31. Hatay için kredibilite prim değerleri 101
Çizelge 5.32. Kayseri için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları 102
Çizelge 5.33. Kayseri için kredibilite prim değerleri 102
Çizelge 5.34. Kırıkkale için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları 103
Çizelge 5.35. Kırıkkale için kredibilite prim değerleri 103
Çizelge 5.36. Zonguldak için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları 104
Çizelge 5.37. Zonguldak için kredibilite prim değerleri 105
Çizelge 5.38. Kastamonu için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları 106
Çizelge 5.39. Kastamonu için kredibilite prim değerleri 106

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 5.40. Samsun için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları 107

Çizelge 5.41. Samsun için kredibilite prim değerleri 107

Çizelge 5.42. Trabzon için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları 108

Çizelge 5.43. Trabzon için kredibilite prim değerleri 109

Çizelge 5.44. Erzurum için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları 110

Çizelge 5.45. Erzurum için kredibilite prim değerleri 110

Çizelge 5.46 Ağrı için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları 111

Çizelge 5.47. Ağrı için kredibilite prim değerleri 111

Çizelge 5.48. Malatya için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları 112

Çizelge 5.49. Malatya için kredibilite prim değerleri 113

Çizelge 5.50. Van için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları 113

Çizelge 5.51. Van için kredibilite prim değerleri 114

Çizelge 5.52. Gaziantep için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları 115

Çizelge 5.53. Gaziantep için kredibilite prim değerleri 115

Çizelge 5.54. Şanlıurfa için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları 116

Çizelge 5.55. Şanlıurfa için kredibilite prim değerleri 116

Çizelge 5.56. Mardin için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları 117

Çizelge 5.57. Mardin için kredibilite prim değerleri 118

Çizelge 5.58. Bölgelere bağlı iller için bir sonraki dönem takipteki kredi tutarının artması beklenilen banka ve kredi türleri 119

Çizelge 5.59. Bölgelere bağlı illerde risk faktör düzeyleri için elde edilen kredibilite kestirimlerinin ağırlıklı ortalamaları 123

Çizelge 5.60. Bölgelere bağlı iller için ağırlık değerleri 124

Çizelge 5.61. İl düzeyinde iki yönlü hiyerarşik çapraz sınıflama kredibilite modeliyle elde edilen kredibilite prim değerleri 128

Çizelge 5.62. Bölgeler için iki yönlü hiyerarşik çapraz sınıflama kredibilite modeliyle elde edilen kredibilite prim değerleri 129

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil **Sayfa**

Şekil 2. 1. C kredibilite kestiriminin doğrusal gösterimi 10

Şekil 3.1. Kredibilite yaklaşımları 12

Şekil 3.2. Hipotetik ortalamaya ilişkin hedef-atış örneği 26

Şekil 3.3. Bühlmann modeliyle hedef-atış örneği..... 27

Şekil 3.4. Hedef atış örneğinde hedeflerin çakışması durumu..... 28

Şekil 3.5. İki aşamalı hiyerarşik kredibilite modelinin şematik gösterimi 33

Şekil 3.6. İki yönlü çapraz sınıflama modeli örneği 46

Şekil 3.7. Çapraz sınıflama modeline ilişkin algoritma..... 53

Şekil 5.1. Pakette yer alan veri setine ilişkin özellikler 75

Şekil 5.2. Debt data verisine ilişkin değerler 75

Şekil 5.3. Kolektif ortalama..... 75

Şekil 5.4. Veri setine ilişkin hesaplanan varyans ve standart sapma değerleri..... 76

Şekil 5.5. Risk faktör düzeylerine ilişkin hesaplanan ağırlıklı ortalamalar 76

Şekil 5.6. Risk faktör düzeylerine ilişkin hesaplanan toplam ağırlık değerleri 76

Şekil 5.7. Risk faktörlerine ilişkin varyans bileşenleri 77

Şekil 5.8. Risk faktör düzeylerine ilişkin hesaplanan kredibilite faktör değerleri..... 77

Şekil 5.9. E bileşenleri 77

Şekil 5.10. Kredibilite kestirimleri..... 78

Şekil 5.11. Veri setine ilişkin tüm sonuçlar (Altan vd., 2022)..... 78

Şekil 5.12. Türkiye için bölge ve il düzeyinde elde edilen hiyerarşik yapı 81

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler	**Açıklamalar**
μ	Hipotetik ortalamanın beklenen değeri
C	Kredibilite kestirimi
m	Kolektif ortalama
Z	Kredibilite faktörü
α	Hipotetik ortalamanın varyansı
v	Süreç varyansının beklenen değeri

Kısaltmalar	**Açıklamalar**
cccm	Çapraz Sınıflama Kredibilite Modeli
ENDOST	En İyi Doğrusal Sapmasız Tahmin Edici
GDKM	Genelleştirilmiş Doğrusal Karma Model
GDM	Genelleştirilmiş Doğrusal Model
HGDM	Hiyerarşik Genelleştirilmiş Doğrusal Model
TMSF	Tasarruf Mevduatı Sigorta Fonu

1. GİRİŞ

Risk, günlük hayatta sıkça kullanılan evrensel bir kavramdır. Riski belirsizlik durumu veya belirsizlik altında finansal bir kayıp olarak ifade etmek mümkündür. Risk spekülatif ve gerçek (pure) olmak üzere iki farklı şekilde düşünülebilmektedir. Spekülatif riskte hem kayıp hem de kazanç olasılığı söz konusuyken gerçek risk kayıpla ilişkilidir. Bu bağlamda ticari faaliyetler ve şans oyunları spekülatif risk olarak değerlendirilirken yangın, deprem, sel vb. doğal afetler ile ölüm gerçek risk olarak değerlendirilmektedir (Kandil, 1983).

Risk sonrası oluşacak finansal kayıplarla ilintili olarak belirli bir ödeme karşılığında sigortacı tarafından sigortalıya yapılan prim ödemesi "sigorta" olarak ifade edilebilmektedir. Bir bakıma sigortanın risk transferi olduğu söylenebilmektedir. Sigortalanabilir riskin temel özellikleri şunlardır;

- ✓ Riske maruz kalmış birimlerin yeterli büyüklükte ve homojen olması,
- ✓ Risk sonrası oluşan kayıpların ölçülebilir olması,
- ✓ Risk nedeniyle oluşan kaybın tesadüfi olması,
- ✓ Kaybın büyük ölçekli felaket boyutunda olmamasıdır.

Bu bakımdan sigorta iki ana başlık altında incelenebilmektedir. Bunlar riskin tek seferde gerçekleştiği hayat ve riskin birden fazla kez gerçekleştiği hayat dışı sigortalardır. Hayat dışı sigortada hasarın boyutu önceden bilinmemekte, prim ücreti yıldan yıla değişmekte ve aynı poliçe kapsamında birden fazla hasar meydana gelebilmektedir (Greenberg and Miller, 1966).

Risk sonrası oluşan hasarın boyutunun önceden bilinememesi durumuna karşılık sigortacının belirlediği prim oranının tüm yükümlülükleri kapsayacak yeterlilikte olması arzu edilmektedir. Bu durumda belirlenen prim oranının sigortalılar arasında nasıl paylaştırılacağı sorusu ortaya çıkmaktadır. Prim oranının sigorta grupları arasında paylaştırılmasında deneyim oranlama olarak da ifade edilen kredibilite teorisi kullanılmaktadır.

Kredibilite teorisi, geçmiş hasar bilgileri bilinen benzer risk birimlerinden oluşan grupta herhangi bir birimin gelecek döneme ilişkin beklenen hasar sayıları ve hasar tutarlarının kestiriminde kullanılan bir yöntemdir (Frees and Wang, 2005).

İlk Kredibilite yaklaşımı, Birinci Dünya Savaşı sırasında işçi tazminatlarına ilişkin sigorta primlerinin belirlenmesi sırasında kullanılmış olup yaklaşıma ilişkin ilk kavram olarak ifade edilen tam kredibilite kavramı Mowbray (1914) tarafından ortaya konulmuştur.

Whitney (1918) gelecek dönemdeki hasarın, bireyin ve risk sınıfına ilişkin hasar bilgisinin ağırlıklandırılmasıyla elde edileceğini göstermiştir. Bu durum ise kısmi kredibilitenin başlangıcı olarak kabul edilmektedir.

Arthur L. Bailey (1945,1950) En fazla doğruluk kredibilite yaklaşımıyla prim tahmininde Bayes teoremlerinden yararlanmıştır. Buna ek olarak Bailey 1950 yılındaki çalışmasında, Laplace'in genelleştirilmiş Bayes teoremlerinden faydalanmıştır. Burada kredibilite faktörü $z = n / (n+k)$ formunda olup Whitney'in aksine k parametresinin aktüerin görüşünden ziyade farklı yöntemlerle hesaplanması üzerinde yoğunlaşmıştır.

Bayes yaklaşımında dağılım bilgisine ihtiyaç duyulması ve kullanım alanlarının sınırlı olması sebebiyle Robbin (1955,1964) tarafından deneysel Bayes istatistikleri geliştirilmiştir. Böylelikle dağılım bilgisine ihtiyaç duyulmadan benzer deneyimlerin tekrarlanması suretiyle parametre tahminleri elde edilebilmiştir.

En fazla doğruluk kredibilite yaklaşımı, Bühlmann (1967)'ın çalışmalarına dayanmakta olup Bühlmann, dağılımdan bağımsız Bayes yönteminin en iyi doğrusal yaklaşımı olarak ifade edilebilecek Bühlmann kredibilite modelini geliştirmiştir. Bühlmann'ın klasik kredibilite teorisi Bühlmann ve Straub (1970) tarafından genelleştirilmiştir. Bühlmann-Straub kredibilite modelinde, varyans homojenliği varsayımı yerine modele varyans heterojenliği varsayımı eklenmiştir.

Jewell (1975) heterojen portföylerin homojen alt gruplara bölünmesi suretiyle prim tahmini yapmaya olanak sağlayan hiyerarşik kredibilite modelini ortaya koymuştur. Hiyerarşik kerdibilite modeli özellikle büyük ölçekli heterojen portföylerde primin kolaylıkla hesaplanmasını sağlamaktadır. Regresyon kredibilite modeli Hachemeister (1975)

tarafından ortaya konulmuştur. İlerleyen yıllarda, De Vylder (1978) yapısal parametrelerin yansız kestiricileri üzerine çalışmıştır. Norberg (1979) ise kredibilite teorisine ilişkin tüm bilinenleri gözden geçirerek kredibilite teorisinin temel referans noktası olarak kabul edilen kapsamlı bir çalışma ortaya koymuştur.

1980'lerde kredibilite modellerinde parametre tahminleri üzerinde durulmuş olup bu dönemde De Vylder (1981,1984), Norberg (1980), Gisler (1980) ve Dubey ile Gisler (1981) tarafından önemli çalışmalar ortaya konmuştur.

İlerleyen yıllarda kredibilite teorisine ilişkin yeni yaklaşımlar geliştirilmiştir. Bunlardan ilki Klugman (1992) tarafından geliştirilen Bayesci yaklaşım iken bir diğeri ise Dannenburg (1995) tarafından geliştirilen varyans bileşenleri modelidir. Varyans bileşenleri modeli, Dannenburg (1995) tarafından geliştirilen çapraz sınıflama modelinde risk parametrelerine ilişkin varyans değerlerinin hesaplanmasında kullanılmaktadır. Buna ek olarak ikiden fazla risk faktörü kullanılarak prim tahmini yapmaya olanak sağlayan çapraz sınıflama kredibilite modelinin genelleştirilmiş hali Goulet (2001) tarafından geliştirilmiştir.

Verrall (1997), Hiyerarşik Genelleştirilmiş Doğrusal Model (HGDM) ler üzerinden kredibilite teorisinin Genelleştirilmiş Doğrusal Model (GDM) ler içinde yorumlanmasına imkan sağlayan bir yöntem geliştirmiştir. Bu yöntemde, Bühlmann kredibilite modelinin Genelleştirilmiş Doğrusal Karma Model (GDKM) ler içinde yer alan HGDM' lerle bağlantısı kurulmuştur. Ebegil (2006), Nelder ve Verrall (1997)' in çalışmalarını Bühlmann-Straub kredibilite modelinin HGDM'lerle bağlantısı kurarak genişletmiştir.

Bununla birlikte doğrusal karma modeller Frees ve diğerleri (1999, 2001) tarafından, parametrik hiyerarşik modeller Boskov ve Verrall (1994), Fahrmeir ve diğerleri (2007), ile Gschlobl ve Czado (2007) tarafından çalışılmıştır.

Wang, X. (2005) çapraz sınıflama kredibilite modelinde optimal varyans bileşenlerine ilişkin tahmin ediciler üzerinde çalışmıştır. Šoltés ve Šoltésová (2006) taşıt sigortalarına ilişkin prim tahmininde motor gücü ve taşıtın kullanıldığı bölgenin risk faktörü olarak alındığı iki yönlü çapraz sınıflama modelinde risk faktörlerinin hem ayrı hem de birlikte etkisini modele dahil etmişlerdir. Fung ve diğerleri (2008), Dannenburg'un çapraz sınıflama kredibilite modeli varsayımına dayanan doğrusal karma bir model önermişlerdir.

Wen ve Wu (2011) risk parametrelerinin bağımsızlığıyla ilgili çalışmalar yürütmüşlerdir. Bühlmann-Straub kredibilite modeline ilişkin koşullu kesitsel kovaryans analizi Poon ve Lu (2015) tarafından çalışılmıştır. Bozikas (2019), mortalite verilerini kullanarak regresyon kredibilite modelleri üzerinde çalışmış ve mortalitenin dönem dinamiklerini çapraz sınıflama modeliyle tahmin etmiştir. Bozikas ve Pitselis, G. (2020) özellikle çoklu nüfus mortalite modellerinde kullanılan Lee-Carter yöntemi için çapraz sınıflama kredibilite formülasyonunu önermişlerdir.

Yukarıda bahsedilen kredibilite modellerinden hiyerarşik kredibilite modeli büyük ölçekli heterojen portföylerde prim hesaplamaya olanak sağlarken, çapraz sınıflama modeli risk faktörlerinin etkisini modele dahil etmek için kullanılmaktadır. Ancak bazı durumlarda büyük ölçekli heterojen portföylerde de risk faktörlerinin etkisinin modele dahil edilmesi ihtiyacı hasıl olmaktadır. Böyle durumlarda büyük ölçekli heterojen portföylerde risk faktörlerinin etkisinin modele dahil edilmesi daha kapsamlı ve tutarlı kredibilite kestirimlerinin yapılması açısından önemlidir. Ancak literatürde büyük ölçekli ve heterojen portföylerde risk faktörlerinin etkisinin modele dahil edilmesine olanak sağlayan herhangi bir kredibilite modeli bulunmamaktadır. Bu kapsamda çalışmanının amacı, literatürde var olan bu eksikliği gidermek adına heterojen portföylerde risk faktörlerinin etkisinin modele dahil edilmesine olanak sağlayan yeni hibrit bir kredibilite modeli geliştirmektir. Bu bağlamda çalışmada öncelikli olarak kredibilite kuramı, kredibilite yaklaşımları, kredibilite modelleri genel hatlarıyla açıklanmış ve bahse konu hibrit modelin teorik yapısı verilerek söz konusu modelin uygulaması gerçek veriler kullanılarak yapılmıştır.

Çalışmanın amacına bağlı olarak ikinci bölümde, kredibilite kavramı üzerinde durulmuş ve kredibilite teorisi verilen örnekler üzerinden genel hatlarıyla açıklanmıştır.

Üçüncü bölümde kredibilite teorisi kapsamında ortaya koyulan kredibilite yaklaşımları ve söz konusu yaklaşımlara bağlı olarak geliştirilen kredibilite modelleri üzerinde durulmuş olup bahse konu kredibilite modelleri örnek uygulamalarla detaylı şekilde ele alınmıştır. Bu bölümde hiyerarşik kredibilite modeli ve çapraz sınıflama modeli de incelenmiş olup söz konusu modeller üzerinden kredibilite kestirimleri örnek uygulamalarla ayrıca açıklanmıştır.

Dördüncü bölümde, önerilen yeni hibrit kredibilite modelinin teorik yapısına yer verilmiş ve söz konusu model üzerinden kredibilite kestirimlerinin nasıl yapıldığı genel hatlarıyla açıklanmıştır.

Beşinci bölümde, önerilen yeni hibrit modelin uygulamasına yer verilmiştir. Uygulamada Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumunun kamuoyu ile paylaştığı Fin-Türk illere göre bankacılık verileri kullanılmıştır. Önerilen hibrit model kullanılarak Türkiye'nin bölgeleri ve bölgelere bağlı illeri için bir sonraki dönem takipteki kredi tutarlarına ilişkin kredibilite kestirimlerinde bulunulmuştur. İl düzeyinde yapılan kredibilite kestirimlerine banka ve kredi türü olmak üzere iki farklı risk faktörünün etkisi de dahil edilmiştir.

Değerlendirmeler bölümünde, Türkiye'de bir sonraki dönem takipteki kredi tutarlarına ilişkin prim değerinin yüksek olması beklenen bölgeler ve bölgelere bağlı iller için değerlendirmelerde bulunulmuş, bununla birlikte prim değeri yüksek olan illerde etkisi yüksek olan risk faktörüne yönelik değerlendirmelere ayrıca yer verilmiştir.

Sonuç bölümünde, Türkiye'de takipteki kredi tutarları açısından riskli olan bölgeler ve bölgelere bağlı iller ile birlikte il bazında riskli olan banka ve kredi türlerine yönelik tespitlerde bulunulmuş ve elde edilen sonuçlar yorumlanmıştır.

2. KREDİBİLİTE KAVRAMI

Aktüerya biliminde kredibilite kelimesi, güvenin bir ölçüsü olarak ifade edilmekte olup poliçelerin fiyatlandırılmasında sigortalıların geçmiş deneyim bilgisinin ne ölçüde değerlendirilmeye alınması gerektiğiyle ilintilidir (Longley - Cook, 1962). Benzer şekilde Mowbray (1914), *"kredibilite"* kavramını poliçelerin fiyatlandırılmasında kullanılmak üzere sigortalıların riske ilişkin geçmiş deneyim bilgisinin miktarı olarak ifade etmiştir.

Kredibilitede primin kullanılan modeller aracılığıyla elde edildiği göz önünde bulundurulduğunda kredibilite kavramı bir yaklaşım (paradigma) sonucunda veya kullanılan modele bağlı olarak belirli formüller üzerinden elde edilen istatistiki tahminler olarak da değerlendirilebilmektedir.

Kredibilitede temel amaç, primin tüm yükümlülükleri kapsayacak yeterlilikte olmasıdır. Bu bağlamda geçmiş deneyim bilgisi bilinen risk sınıfının gelecek döneme ilişkin hasar sayılarının kestirimi ve primin belirlenmesi sorunu ortaya çıkmaktadır. Bu durum kredibilitede fiyatlandırma sorunu olarak ifade edilmektedir (Frees ve diğerleri, 1999).

Kredibilitede fiyatlandırma sorununun giderilerek primin belirlenmesinde temel olarak iki farklı yöntem kullanılmaktadır. Bunlar; klasik oranlama ve deneyim oranlama yöntemleridir. Klasik oranlama yönteminde, risk sınıfına ilişkin hesaplanan kolektif risk, riskin homojen olduğu varsayımı altında poliçe sahiplerine eşit paylaştırılmaktadır. Ancak bazı durumlarda risk sınıfı heterojen yapıda olmakta başka bir deyişle poliçe sahipleri hesaplanan kolektif riskten daha yüksek veya daha düşük riske sahip olabilmektedir. Böyle durumlarda portföye ilişkin riskin homojen olarak değerlendirilmesi ve prim hesabında bireysel risklerin göz ardı edilmesi doğru dağıtım yapılmasını engelleyebilmektedir. Söz konusu durumda, düşük riske sahip poliçe sahiplerinin prim oranı olması gerekenden yüksek, yüksek riske sahip poliçe sahiplerinin prim oranı ise olması gerekenden düşük hesaplanabilmektedir (Norberg, 1979).

Bu sebepten ötürü portföyün heterojen yapıda olduğu durumlarda poliçe sahiplerine ait bireysel risklerin de hesaplamaya dahil edildiği deneyim oranlama yöntemi kullanılmaktadır. Deneyim oranlama yöntemi, daha çok işçi tazminatları ve taşıt sigortaları gibi hasarın birden fazla kez gerçekleştiği hayat dışı sigortalara yönelik kullanılırken hasarın

bir kez gerçekleştiği veya çok az görüldüğü hayat sigortaları için tercih edilmemektedir (Norberg, 1979).

Deneyim oranlama yönteminde amaç, bireysel riskleri de göz önünde bulundurarak adil prim oranı belirlemektir. Deneyim oranlama yönteminin daha net anlaşılması adına aşağıda bir örnek verilmektedir (Norberg, 1979).

Örnek: 10 sigortalıdan oluşan ve risklerin homojen olduğu varsayılan bir portföyde, sigortalıların yılda 1 hasar kaydı gerçekleştireceği öngörülerek kolektif prim oranı 0,20 olarak belirlenmiştir. Bu kapsamda risk sınıfında yer alan sigortalılar 10 yıl boyunca izlenmiştir. Birinci yıl sonunda sigortalılara ait hasar bilgisi çizelge 2.1'de gösterilmektedir.

Çizelge 2.1. Birinci yıl sonunda sigortalılara ait hasar bilgisi

Yıl	Sigortalı									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1									1	

Çizelge 2.1 incelendiğinde, birinci yıl sonunda risk sınıfına ilişkin kolektif prim oranının 1/10 = 0,1 olduğu ve sadece 9. sigortalının hasar kaydı oluşturduğu görülmektedir. Yıl sonunda elde edilen kolektif prim oranı başlangıçta belirlenen kolektif prim oranın altında kaldığından bu durumda sigortalılar prim oranını değiştirme eğiliminde olmamaktadırlar.

İkinci yıl sonunda sigortalılara ait hasar bilgileri çizelge 2.2'de gösterilmektedir.

Çizelge 2.2. İkinci yıl sonunda sigortalılara ait hasar bilgisi

Yıl	Sigortalı									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1									1	
2	1	1							1	

Çizelge 2.2 incelendiğinde, ikinci yıl sonunda risk sınıfına ait kolektif prim oranının 4/20=0,20 olduğu görülmektedir. İkinci yıl sonundaki kolektif prim oranı başlangıçta belirlenen kolektif prim oranını karşılamasına rağmen 9. sigortalının daha çok hasar kaydı

oluşturduğu görülmektedir. Ancak iki yıl sigortalıların genel risk seviyelerinin belirlenmesi açısından yeterli değildir, 9. sigortalı için mevcut durum kötü şans olarak da adlandırılabilmektedir.

10. yıl sonunda sigortalılara ait hasar bilgisi sigortalıların risk seviyelerine ilişkin çıkarımda bulunmaya olanak sağlamaktadır. Bu bağlamda 10 yıl sonunda sigortalılara ait hasar bilgisi çizelge 2.3'te yer almaktadır.

Çizelge 2.3. Onuncu yıl sonunda sigortalılara ait hasar bilgisi

Yıl	Sigortalı									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1									1	
2	1	1							1	
3	1		1						1	
4			1						1	
5									1	
6		1								
7	1	1		1	1					
8	1			1		1			1	
9	1				1					
10	1								1	
$\bar{X}_i$	0,6	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0	0	0,7	0
m	0,23									

Çizelge 2.3'de $\bar{X}_i$ (i= 1,2,..,10) i. sigortalıya ilişkin ortalama hasar tutarını, m ise risk sınıfına ilişkin kolektif ortalamayı ifade etmek üzere onuncu yıl sonunda risk sınıfına ilişkin kolektif prim oranının başlangıçta belirlenen kolektif prim oranının üzerinde olduğu ve 9. sigortalının 0,7 hasar ortalamasıyla diğer sigortalılara nazaran daha riskli olduğu görülmektedir. Buna karşın, 7, 8 ve 10. sigortalıların hiç hasar kaydı oluşturmadığı belirlenmektedir.

Bu örnekten de anlaşılacağı üzere, klasik oranlama yöntemiyle hesaplanan prim her ne kadar tüm yükümlülükleri kapsayacak yeterlilikte olsa da bir zaman sonra adil olmayan prim dağılımına dönüşmektedir. Bu nedenle özellikle bireysel risklerin farklılık gösterdiği heterojen portföylerde deneyim oranlama yönteminin kullanması daha anlamlı olmaktadır.

Deneyim oranlama yöntemiyle hem sigortalılara hem de portföye ilişkin deneyim bilgisini kullanarak hesaplanan kredibilite kestirimi Eş. 2.1'de gösterilmektedir.

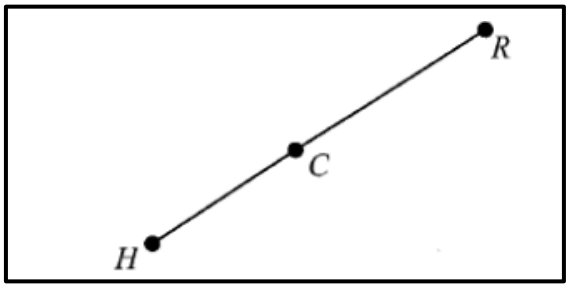
$$C = ZR + (l-Z)\,H \qquad (2.1)$$

Burada;

- C: Kredibilite kestiricisini (hasar frekansı, hasar tutarı, risk primi, vb.)
- Z: Kredibilite faktörünü ($0 \leq Z \leq 1$),
- R: Güncel gözlemlerin ortalamasını
- H: Önsel ortalamayı,

ifade etmektedir.

Başka bir açıdan değerlendirildiğinde R, risk grubundaki herhangi sigortalının geçmiş hasar bilgisini, H ise risk grubuna ilişkin geçmiş hasar bilgisini ifade etmektedir. C kredibilite kestirimi, gözlem birimleri arasında doğrusallık olduğu varsayımı altında şekil 2.1'de gösterildiği üzere gözlem birimlerinin doğrusal bir fonksiyonudur. Bu durumda C kredibilite kestiriminin, gözlem birimlerinin ağırlıklı ortalaması olduğu söylenebilmektedir (Herzog, 2010: 2,3).



Şekil 2. 1. C kredibilite kestiriminin doğrusal gösterimi

3. KREDİBİLİTE YAKLAŞIMLARI

Kredibilite yaklaşımlarının incelenmesinde farklı sınıflandırmalar kullanılmaktadır.

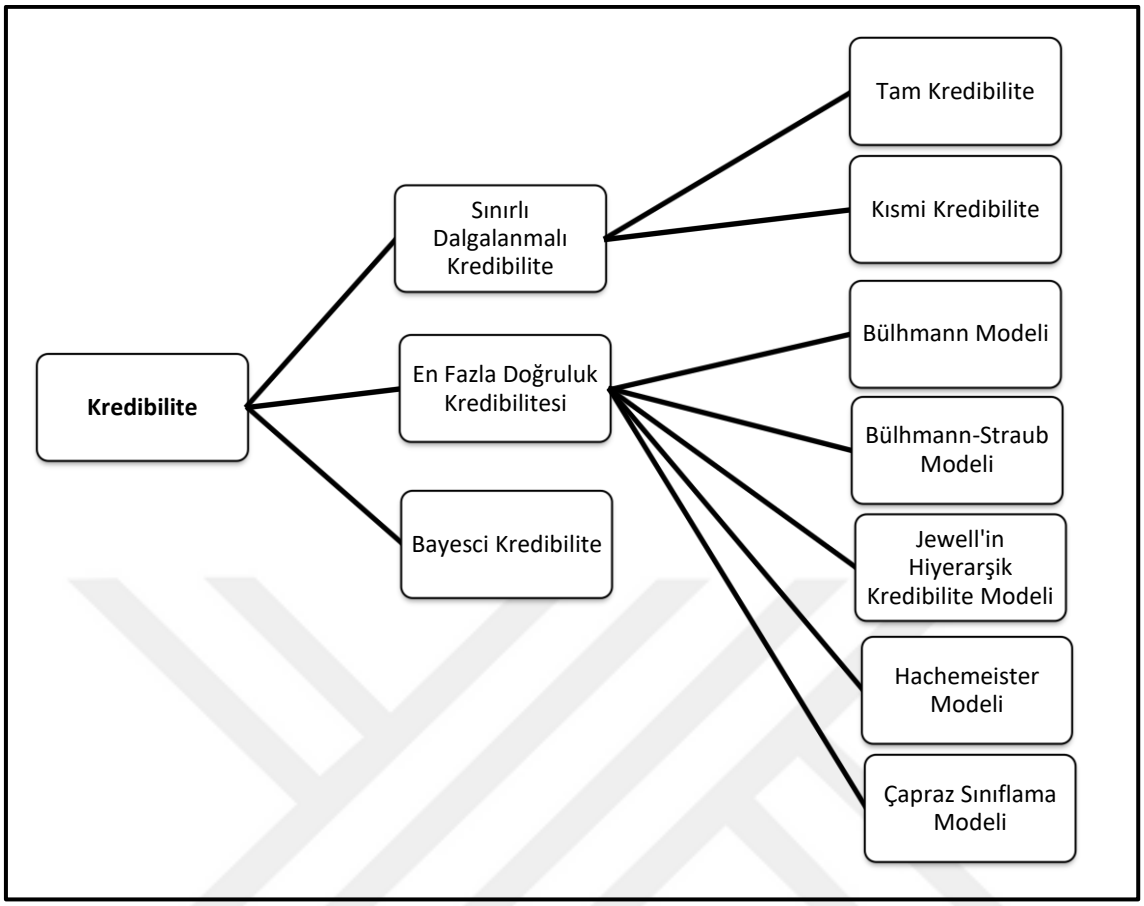
Goulet (1998) kredibiliteyi, Sınırlı Dalgalanmalı Kredibilite (*Amerikan Kredibilitesi*) ve En Fazla Doğruluk Kredibilitesi (*Avrupa Kredibilitesi*) olmak üzere iki ayrı başlık altında incelemektedir. Burada En Fazla Doğruluk Kredibilite (*The Greatest Accuracy Credibility*) yaklaşımı Bayesci, Bülhmann ve Bühlmann-Straub olarak alt kategorilere ayrılmakta olup Hiyerarşik Kredibilite ile Çapraz Sınıflama Modeli Bühlmann-Straub modelinin altında incelenmektedir.

Dannenburg vd. (1996), kredibiliteyi, Sınırlı Dalgalanmalı Kredibilite, Klasik Kredibilite, En Fazla Doğruluk Kredibilitesi, Bühlmann-Straub Modeli, Jewell'in Hiyerarşik Kredibilite Modeli, İki Yönlü Çapraz Sınıflama Modeli ve Hachemesister Kredibilite Modeli olmak üzere ayrı başlıklar altında incelemiştir.

Klugman vd. (2009), Dean (2005) ile Herzog (2010) kredibiliteyi, Sınırlı Dalgalanmalı Kredibilite, Bayesci Kredibilite ve En Fazla Doğruluk Kredibilitesi olmak üzere üç ana başlık altında incelemişlerdir.

Kaas vd. (2008) kredibiliteyi, Sınırlı Dalgalanmalı Kredibilite ve En Fazla Doğruluk Kredibilitesi olmak üzere iki başlık altında incelemiştir.

Bahse konu kredibilite yaklaşımlarına ilişkin sınıflandırmalar şekil 3.1'deki gibi özetlenebilmektedir.



Şekil 3.1. Kredibilite yaklaşımları

Bu çalışmada kredibilite, Sınırlı Dalgalanmalı Kredibilite, En Fazla Doğruluk Kredibilitesi ve Bayesci Kredibilite olmak üzere üç ana başlık altında incelenmektedir.

3.1. Bayesci Kredibilite

20. yy.'ın ikinci yarısından itibaren Bayes teoremi büyük ilgi görmeye başlamıştır. Bayes istatistikleri üzerine ilk çalışmalar Savage (1954) ile Raiffa ve Schlaifer (1961) tarafından yapılmıştır. Mayerson (1964) Bayes'in istatistiksel çıkarsamaları üzerine çalışmış, Ericson (1970) ve Jewell (1974) Mayerson'un çalışmasını genelleştirmişlerdir. Mayerson vd. (1968) ve Hewitt (1970) hem hasar sayıları hem de hasar miktarlarının dağılımları üzerine çalışmalar yapmışlardır.

Whitney (1918), kredibilite faktörünü Eş.3.1'deki gibi tanımlamıştır:

$$Z = \frac{n}{n+k} \tag{3.1}$$

Eş. 3.1'de, n deneme(dönem)lerin sayısını veya riske maruz kalan birim sayısını, k değeri sabit bir sayıyı ifade etmektedir. Buradaki temel sorun k sabit değerinin belirlenmesidir. Whitney, k sabit değerinin aktüerin görüşüne göre belirlenmesi gerektiğini belirtmiştir. Buna ek olarak, mevcut sorunun çözümü için Bayes teoreminin kullanılabileceğini ifade etmiştir.

Bayes teoreminde, sigortalıların geçmiş deneyim bilgisi önemlidir. Çünkü,

- Geçmiş döneme ait hasar sayılarından yola çıkarak bir sonraki döneme ilişkin gerçekleşecek hasar sayıları tahmin edilebilmektedir.
- Benzer şekilde geçmiş döneme ait hasar miktarından yola çıkarak bir sonraki döneme ilişkin gerçekleşecek hasar miktarı tahmin edilebilmektedir.

Bu bağlamda Bayes teoremini kullanılarak gelecek döneme ilişkin hasar sayısı ve hasar miktarını veren olasılık dağılımları oluşturulabilmektedir. Bunlar dağılım tahmini olarak isimlendirilmektedir. Dağılım tahmini, aktüerlere tanımlayıcı istatistikler ile birlikte birçok bilgi sunmakta ve aktüerlere belirsizlik altında karar vermede önemli faydalar sağlamaktadır (Herzog, 2010: 6,7).

Bayesci yaklaşım temelde önsel bilgilerle olabilirliğin birleştirilmesi yaklaşımına dayanmaktadır. Burada önceden var olan bilgi ve veriler önsel bilgiler olarak tanımlanmaktadır. Söz konusu önsel bilgiler gözleme dayanan verilerden elde edilen olabilirlik fonksiyonu yoluyla olasılıksal olarak nicel hale getirilen bilgilerle birleştirilir. Dolayısıyla ilgili yaklaşımda sonsal olasılık fonksiyonunun önsel bilgilerle olabilirliğin çarpımı ile orantılı olduğu söylenebilmektedir. (Ebegil, 2007).

Bayesci yaklaşımda Θ rasgele değişkeni yığının yani risk sınıfının risk karakterleri hakkındaki önsel bilgileri ifade etmek üzere, yığın içindeki risk karakterlerinin önsel dağılımı $\pi_{\Theta}(\theta)$ ile temsil edilmektedir. Burada X, hasar veya kayıp miktarlarının bir vektörünü göstermek üzere risk parametresi θ olan herhangi sigortalının $\Theta = \theta$ değeri verilmişken hasara ilişkin koşullu dağılımı $f_{X|\Theta}(x|\theta)$ olarak tanımlanmaktadır.

Risk sınıfında yer alan herhangi bir sigortalının θ koşulu altında riske maruz kaldığı dönemlere ilişkin hasarlar veya kayıplar X_1, X_2, …, X_t, X_{n+1}'ler birbirinden bağımsız olmaktadır. Bu durumda X_i'nin koşullu olasılık fonksiyonu,

$f_{X_i|\Theta}\ (x_i|\theta)$; i = 1,2, …, n, n+1 (3.2)

olarak ifade edilmektedir. Burada geçmiş hasar bilgisinden yararlanarak n+1'nci dönem için X_{n+1}'in kestirilebilmesi amaçlanmaktadır. Bu nedenle X_{n+1}'in $\Theta = \theta$ verilmişken koşullu dağılımının elde edilmesi gerekmektedir. Burada θ'nın bilinmesi durumunda $f_{X_{n+1}|\Theta}\ (x_{n+1}|\theta)$ fonksiyonu kullanılabilmektedir. θ'nın bilinmediği durumda ise herhangi bir sigortalı için $X = x$ gözlemi yapılmışken koşulun θ ' ya değil, x' e bağlı olarak ele alınması uygun olacaktır. Sonuç olarak $X = x$ verilmişken X_{n+1}'in koşullu dağılımının bulunması gerekmektedir. Bu dağılım kestirici dağılım olarak ifade edilmektedir. Kısacası kestirici dağılım $x_1, x_2 \ldots, x_n, x_{n+1}$ koşulu altında x_{n+1}'e ilişkin yoğunluk fonksiyonunun beklenen değeri olarak ifade edilebilmektedir. Koşullu bağımsızlık verilmişken $X_1, X_2, \ldots, X_n, \Theta$'nın ortak dağılımı,

$$f_{X,\Theta}\ (x,\theta) = f_{X|\Theta}\ (x|\theta)\ \pi(\theta)$$

$$= f(x_1, x_2, \ldots, x_n|\theta)\ \pi(\theta) = \left[\prod_{i=1}^{n} f_{X_i|\Theta}\ (x_i|\theta)\right] \pi(\theta) \quad (3.3)$$

olarak elde edilmektedir. X'in marjinal dağılımı ise,

$$f_X\ (x) = \int f_{X,\Theta}\ (x,\theta)\ d\theta = \int \left[\prod_{i=1}^{n} f_{X_i|\Theta}(x_i|\theta)\right] \pi(\theta)\ d\theta \quad (3.4)$$

olmaktadır. Bu durumda $X_1, X_2, \ldots, X_n, X_{n+1}$'in ortak dağılımı,

$$f_{X_1,X_2,\ldots,X_t,X_{t+1}}\ (x_1, x_2 \ldots, x_n, x_{n+1}) = \int \left[\prod_{i=1}^{n+1} f_{X_i|\Theta}(x_i|\theta)\right] \pi(\theta)\ d\theta \quad (3.5)$$

olur. $X = x$ (yani x = $(x_1, x_2 \ldots, x_t)'$) verilmişken X_{n+1}'in koşullu yoğunluğu,

$$f_{X_{n+1}|X}\ (x_{n+1}|x) = \frac{f(x_1, x_2 \ldots, x_t, x_{n+1})}{f_{X(x)}} = \frac{\int \left[\prod_{i=1}^{n+1} f_{X_i|\Theta}(x_i|\theta)\right] \pi(\theta)\ d\theta}{f_{X(x)}} \quad (3.6)$$

olarak yazılabilir. X = x verilmişken Θ'nın sonsal yoğunluğu,

$$\pi_{\Theta|X}\,(\theta|x) = \frac{f_{X,\Theta}\,(x,\theta)}{f_{X(x)}} = \frac{\int\left[\prod_{i=1}^{n} f_{X_i|\Theta}(x_i|\theta)\right]\pi(\theta)}{f_{X(x)}} \tag{3.7}$$

olur. Buradan,

$$\left[\prod_{i=1}^{n} f_{X_i|\Theta}(x_i|\theta)\right]\pi(\theta) = \pi_{\Theta|X}\,(\theta|x)\;f_{X(x)}$$

biçiminde yazılabilir. Bu durumda Eş. 3.6,

$$f_{X_{n+1}|X}\,(x_{n+1}|x) = \frac{\int\; f_{X_{n+1}|\Theta}(x_{n+1}|\theta)\;\pi_{\Theta|X}\,(\theta|x)\;f_{X(x)}\,d\theta}{f_{X(x)}}$$

$$= \; f_{X_{n+1}|\Theta}(x_{n+1}|\theta)\;\pi_{\Theta|X}\,(\theta|x)\;d\theta \tag{3.8}$$

şekline dönüşmektedir. Bu bigiler doğrultusunda θ biliniyor olsaydı hipotetik ortalama,

$$\mu_{n+1}\,(\theta) = \; E\,(X_{n+1}|\Theta=\theta) = \int x_{n+1}\,f_{X_{n+1}|\Theta}\,(x_{n+1}|\theta)\;\,dx_{n+1} \tag{3.9}$$

olabilirdi. Hipotetik ortalamanın beklenen değeri ise,

$$\mu = \; E\,(X_{n+1}) = E[E\,(X_{n+1}|\Theta=\theta)] = E[\mu_{n+1}\,(\theta)] \tag{3.10}$$

şeklinde yazılabilir. Bu durumda kolektif ortalama hipotetik ortalamanın Θ üzerindeki ortalaması olmaktadır. θ'nın bilinmediği durumda en iyi seçenek gözlenen verileri kullanmaktır. Dolayısıyla Bayesci prim,

$$E\,(X_{n+1}|X=x) = \int x_{n+1}\,f_{X_{n+1}|X}\,(x_{n+1}/x)\;\,dx_{n+1} \tag{3.11}$$

olmaktadır. Veya

$$E\,(X_{n+1}|X=x) = \; \int \mu_{n+1}\,(\theta)\pi_{\Theta|X}\,(\theta|x)\;\,d\theta \tag{3.12}$$

şeklinde elde edilebilmektedir. Kesikli durumlar için Bayesci prim,

$$E\ (X_{n+1}|X = x) = \sum_{\Theta} \mu_{n+1}\ (\theta)\pi_{\theta|X}\ (\theta|x) \tag{3.13}$$

şeklinde hesaplanmaktadır. Bu bağlamda Bayesci prim $\pi_{\theta|X}\ (\theta|x)$ sonsal dağılım üzerinden alınan hipotetik ortalamanın beklenen değeri olarak ifade edilebilmektedir (Klugman vd., 2009).

3.2. Sınırlı Dalgalanmalı Kredibilite

Sınırlı dalgalanmalı kredibilite yaklaşımında amaç C kredibilite kestirim değerini hesaplamaktır. Sınırlı dalgalanmalı kredibilite yaklaşımı Mowbray (1914) ve Perryman (1932)'ın çalışmalarına dayanmaktadır. İlgili yaklaşıma ilişkin modern denemeler Longley-Cook (1962), Hossack ve diğerleri (1999)'ın çalışmalarında görülmüştür. Bu yaklaşım 'Amerikan Kredibilitesi' olarak da isimlendirilmektedir (Herzog, 2010: 53).

Sınırlı dalgalanmalı kredibilite yaklaşımında, Z kredibilite faktör değerinin veya tam kredibilitenin sağlandığı (Z=1) durumda hasar sayısının ne olması gerektiğinin belirlenmesi için frekans dağılımlı modeller kullanılmaktadır (Ebegil, 2007).

Sınırlı dalgalanmalı kredibilite yaklaşımının daha net anlaşılması adına aşağıda bazı tanım ve ispatlara yer verilmektedir.

N, risk sınıfının hasar sayısını temsil eden rasgele değişken olmak üzere Eş. 3.14'teki gibi tanımlanmaktadır.

$$\sum_{i=0}^{\infty} P[N = i] = 1 \qquad \text{i} = 1,2 \ldots \tag{3.14}$$

X_i, i. hasar miktarını ve S toplam hasar miktarını temsil eden rasgele değişkenler olmak üzere Eş. 3.15'teki gibi gösterilmektedir.

$$S = \sum_{i=1}^{N} X_i \qquad \text{i} = 1,2, \ldots, \text{N} \tag{3.15}$$

3.2.1. Tanım

X_i'ler aynı dağılıma sahip bağımsız rasgele değişkenler olmak üzere N hasar sayısının hasar miktarından bağımsız olduğu varsayımı altında toplam hasar miktarı aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$E[S] = E[N]\,E[X_i] \tag{3.16}$$

İspat

S rasgele değişkeni,

$$S = \sum_{j=1}^{N} X_j \qquad \text{j} = 1,2,\dots,\text{N}$$

olarak tanımlandığında,

$$E[S] = E\left[\sum_{j=0}^{N} X_j\right]$$

$$= \sum_{i=0}^{\infty} P[N=i]\,E\left[\sum_{j=0}^{N} X_j\,/N=i\right]$$

$$= \sum_{i=0}^{\infty} P[N=i]\,E\left[\sum_{j=1}^{i} X_j\right]$$

$$= \sum_{i=0}^{\infty} P[N=i]\sum_{j=1}^{i} E\left[X_j\right]$$

$$= \sum_{i=0}^{\infty} P[N=i]\;\; i\;\; E[X_i]$$

$$= \left(\sum_{i=0}^{\infty} i \, P[N = i] \right) \; E[X_i] = \; E[N] \, E[X_i]$$

olarak elde edilmektedir.

3.2.2 Tanım

S rasgele değişkeni ile ifade edilen toplam hasar miktarına ilişkin varyans değeri Eş. 3.17'de gösterildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$Var(S) = E[N] \;\; Var(X_i) + Var(N) \;\; (E(X_i)^2) \tag{3.17}$$

İspat

$$Var(S) = E_N[Var_S(S/N)] + Var_N[E_S(S/N)]$$

$$= E\left[Var\left(\sum_{i=1}^{N} X_i|N\right)\right] + Var_N\left[E\left(\sum_{i=1}^{N} X_i|N\right)\right]$$

$$= E_N[N \;\; Var\,(X_i)] + Var_N(N \;\; E[X_i])$$

$$= E_N[N] \;\; Var(X_i) + Var_N(N) \;\; (E[X_i]^2)$$

olmaktadır (Herzog, 2010: 54).

Örnek

N, ortalaması 5 olan poisson dağılıma, X_i (i=1,2…,N) ise ortalaması 30 ve varyansı 7 olan normal dağılıma sahiptir. N ve X_i'lerin birbirinden bağımsız olduğu varsayımı altında toplam hasar miktarına ilişkin beklenen değer,

$$E[S] = E[N] \, E[X_i]$$
$$= (5) \; (30)$$
$$= 150$$

olarak elde edilmektedir. Eş. 3.17'den yararlanarak toplam hasar miktarına ilişkin varyans değeri,

$$Var(S) = E[N]\ \ Var(X_i) + Var(N)\,.\,(E(X_i)^2)$$
$$= (5)\ \ (7) + (5)\ \ (30)^2$$
$$= 4535$$

olarak hesaplanmaktadır.

Sınırlı dalgalanmalı kredibilite yaklaşımı, sınırlı dalgalanmalı tam ve kısmi kredibilite yaklaşımı olarak iki ayrı başlık altında incelenmektedir (Herzog, 2010: 54).

3.2.1. Sınırlı dalgalanmalı tam kredibilite

Sınırlı dalgalanmalı tam kredibilite yaklaşımı, sigortalıların geçmiş hasar bilgisinin yeterli büyüklükte olması durumunda primin sigortalıların kendi deneyimleri üzerinden hesaplanması durumu olarak ifade edilebilmektedir. Sigortalının mevcut deneyimlerinin istenilen büyüklükte olması durumunda Z kredibilite faktör değeri 1 alınmakta ve bu durumda C kredibilite kestirimi R üzerinden yapılmaktadır.

Ancak burada sigortalının hasar bilgisinin yeterli olup olmadığına nasıl karar verileceği sorusu akıllara gelmektedir. Sınırlı dalgalanmalı tam kredibilite yaklaşımı bu aşamada tam kredibilitenin sağlanması için hasar bilgisinin ne olması gerektiğini hesaplanmaktadır.

X_i (i= 1,2,.., n) herhangi bir sigortalının i. dönemdeki geçmiş deneyim verisi veya i. dönemdeki hasar sayısı olmak üzere E(X_i) = μ ve Var (X_i) = σ^2 olsun. Sigortalının geçmiş deneyim verilerinin ortalaması $\bar{X} = \frac{(X_1, X_2, .., X_n)}{n}$ olmak üzere X_i'lerin aynı dağılıma sahip ve bağımsız olduğu olduğu varsayımı altında E($\bar{X}$) = μ ve Var ($\bar{X}$) = σ^2 /n olmaktadır.

Sınırlı dalgalanmalı tam kredibilite yaklaşımında temel varsayım $\bar{X}$ ile μ arasındaki farkın μ'ye göre yüksek bir olasılıkla küçük olmasıdır. Bu durumda açıklık parametresi (*range parameter)* r > 0 ve 0 < p < 1 olmak üzere tam kredibilite için,

$$P[-r\mu < \bar{X} - \mu < r\mu] \geq p \qquad (3.18)$$

eşitsizliği kullanılmaktadır. Verilen eşitsizlikte standartlaştırma yapıldığında,

$$P\left[\left|\frac{\bar{X}-\mu}{\sigma/\sqrt{n}}\right| \leq \frac{r\mu/\sqrt{n}}{\sigma}\right] \geq p \tag{3.19}$$

elde edilmektedir. Burada $\frac{r\mu/\sqrt{n}}{\sigma}$ ifadesi yerine x = $\frac{r\mu/\sqrt{n}}{\sigma}$ yazıldığında ve gerekli işlem adımları takip edildiğinde,

$$x_p = \ enk_x\left\{P\left[\left|\frac{\bar{X}-\mu}{\sigma/\sqrt{n}}\right| \leq x\right] \geq p\right\} \tag{3.20}$$

olmaktadır. Burada x_p yukarıda verilen eşitsizliği sağlayan en küçük x değeridir. Bu durumda ilgili eşitsizlik,

$$P\left[\left|\frac{\bar{X}-\mu}{\sigma/\sqrt{n}}\right| \leq x_p\right] = p \tag{3.21}$$

olarak da yazılabilmektedir. Bu açıdan tam kredibilite için koşul $\frac{r\mu/\sqrt{n}}{\sigma} \geq x_p$ olmaktadır. Buradan $r\mu/\sqrt{n} \geq \ x_p\sigma$ olmak üzere,

$$\frac{\sigma}{\mu} \leq \frac{r}{x_p}\sqrt{n} = \sqrt{\frac{n}{\lambda_0}} \tag{3.22}$$

yazılabilir. Burada $\lambda_0 = (x_p/r)^2$'dır. Buradan tam kredibilitenin,

$$Var\ (\bar{X}) = \frac{\sigma^2}{n} \ \leq \ \frac{\mu^2}{\lambda_o} \tag{3.23}$$

durumunda oluştuğu ifade edilebilmektedir. Buradan,

$$n \geq \ \lambda_0 \ \left(\frac{\sigma}{\mu}\right)^2 \tag{3.24}$$

olarak elde edilmektedir. Böylelikle tam kredibilitenin sağlanması için gerekli görülen birim sayısı bulunabilmektedir.

n yeterli büyüklükte ise merkezi limit teoreminden,

$$\frac{\bar{X} - \mu}{\sigma / \sqrt{n}} = Z_n : N(0,1)$$

olmaktadır. Bu durumda Eş. 3.21,

$$P(|Z_n| \leq x_p) = p \tag{3.25}$$

olur. Burada Z_n standart normal dağılıma sahiptir ve x_p standart normal dağılım tablosuyla bulunabilmektedir (Klugman vd., 2009).

Sınırlı dalgalanmalı tam kredibilite yaklaşımının daha net anlaşılması adına aşağıda bir örnek verilmektedir.

Örnek

r = 0,03 ve p=0,95 olduğu durum için λ_0 değeri aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

p = 0,95 için standart normal dağılım varsayımı altında $x_{0,95} = 1,96$ olmaktadır. Bu durumda,

$\lambda_o = \frac{(1,96)^2}{(0,03)^2} = 4.268$ ve n $\geq 4.268\ \sigma^2 / \mu^2$

olur. Sonuç olarak, aralık parametresinin 0,03 olduğu yüzde 95 güven düzeyinde tam kredibilitenin sağlanması için riske maruz kalan birim sayısının minimum değerinin 4.268 olduğu söylenebilmektedir.

3.2.2. Sınırlı dalgalanmalı kısmi kredibilite

Geçmiş dönem deneyim bilgisinin tam kredibilitenin sağlanması için yeterli olmadığı durumda, uygun bir kısmi kredibilite faktör değerine (Z < 1) karar verilmesi gerekmektedir.

Langley-Cook (1962), seçilecek uygun kredibilite faktör değerinin $\sqrt{\frac{\lambda}{\lambda_0}}$ 'e eşit olduğunu ifade etmektedir. Burada özetle λ beklenen hasar sayısını, λ_0 ise tam kredibilitenin sağlanması için gerekli olan minumum hasar sayısını ifade etmektedir.

Sınırlı dalgalanmalı kısmi kredibilitede prim,

$$C = Z\bar{Y} + (1-Z)\,H \tag{3.26}$$

yoluyla hesaplanabilmektedir. Burada temel varsayım C'nin varyansını Eş. 3.23'teki $\frac{\mu^2}{\lambda_o}$'a eşit olacak şekilde kontrol etmektedir. Bu durumda,

$$\text{Var}(C) = \text{Var}\left[Z\bar{Y} + (1-Z)\,H\right] = \frac{\mu^2}{\lambda_o}$$

$$= Z^2 Var(\bar{Y})$$

$$= Z^2 \frac{\sigma^2}{n} = \frac{\mu^2}{\lambda_o}$$

olmaktadır. Böylece $\frac{\mu}{\sigma}\sqrt{\frac{n}{\lambda_0}} < 1$ olduğunda,

$$Z = \frac{\mu}{\sigma}\sqrt{\frac{n}{\lambda_0}} \tag{3.27}$$

olarak elde edilir. Eğer $\frac{\mu}{\sigma}\sqrt{\frac{n}{\lambda_0}} > 1$ ise tam kredibilite verilmektedir. Aksi durumda Z kredibilite faktör değeri,

$$Z = min\left(\frac{\mu}{\sigma}\sqrt{\frac{n}{\lambda_0}}, 1\right) \tag{3.28}$$

olarak ifade edilebilmektedir (Klugman vd., 2009).

3.3. En Fazla Doğruluk Kredibilite Yaklaşımı

En fazla doğruluk kredibilite yaklaşımı "Avrupa Kredibilitesi" olarak da isimlendirilmektedir. Bu yaklaşım, temelinde Whitney (1918) ve Bailey (1945)'in çalışmalarına dayanmaktadır. Bailey (1950) Bayes yaklaşımını Bayes kuralları yerine Laplace'in genelleştirilmiş Bayes kuralları çerçevesinde değerlendirmiştir. Hata kareler ortalamasını minimize ederek elde edilen Bayes tahmin edicisinin gözlem değerlerinin doğrusal bir fonksiyonu olduğunu göstermiştir. Bailey, kredibilite faktörünü Eş. 3.29'daki gibi tanımlamıştır.

$$Z = \frac{n}{n+k} \tag{3.29}$$

Burada, n deneme(dönem)lerin sayısını veya riske maruz kalan birim sayısını, k değeri sabit bir sayıyı ifade etmektedir. Burada k değeri, Whitney'in aksine modelde yer alan parametrelere dayandırılan sayısal bir değer olarak ifade edilmektedir.

İstatistiğin yeni bir dalı olarak isimlendirilen ampirik bayes istatistikleri Robbins (1955, 1964) tarafından geliştirilmiştir. Bayes yaklaşımının en temel sorunu önceki deneyimlere ilişkin dağılımlara ihtiyaç duyulmasıdır. Robbins ampirik bayes yaklaşımında önceki dağılımların, benzer deneyimlerin tekrarlanması suretiyle elde edilebileceğini varsaymıştır. Kredibilite primlerin kolay hesaplanması ve açıklanması bakımından doğrusal olması tercih edilmektedir. Bu bağlamda Bülhmann (1965), Bayes tahmin edicilerini gözlem değerlerinin doğrusal bir kombinasyonu olarak değerlendirmiştir. Bu kapsamda Eş. 3.23'te yer alan kredibilite faktörünün çok bilinen formunda k sabiti için basit ve genel bir tanımlama içeren doğrusal bir ifade oluşturmuştur. Bülhmann ve Straub (1970), Bülhmann'ın klasik kredibilite modelini gözlem değerlerine ağırlık atanması ve temel parametreler için tahmin ediciler belirlenmesi suretiyle genelleştirmişlerdir. Jewell (1975)'in hiyerarşik modeli ve Hachemeister (1975)'in doğrusal regresyon modeli Bülhmann ve Bülhmann - Straub modellerinin genelleştirilmesine dayanan iki önemli model olarak değerlendirilmektedir. Kredibilite teorisine ilişkin son yenilik ise Dannenburg (1995) tarafından çapraz sınıflama modeli olarak tanımlanan varyans bileşenleri modelidir (Goulet, 1998).

3.3.1. Bühlmann modeli

Bühlmann modeli, Bühlmann (1967) tarafından kredibilite faktör değerinin hesaplanması için önceki bilgilere ihtiyaç duymayan alternatif bir yaklaşım olarak geliştirilmiştir. Bühlmann kestiricileri Bayes tahmin edicilerinin en iyi doğrusal yaklaşımı olduğundan diğer tahmin edicilere kıyasla daha çok öne çıkmaktadır (Herzog, 2010: 62, 64).

Risk sınıfında yer alan poliçe sahiplerinin Θ koşulu altında geçmiş kayıpları X= $(X_{1,}, X_2, \dots, X_n)'$aynı dağılıma sahip bağımsız rasgele değişkenlerdir. Ayrıca aynı ortalama ve varyansa sahiptirler. Bu durumda $\mu\ (\theta)$ hipotetik ortalama ve $v\ (\theta)$ süreç varyansı olmak üzere,

$$\mu\ (\theta) = E(X_i|\Theta = \theta) \tag{3.30}$$

$$v\ (\theta) = Var(X_i|\Theta = \theta) \tag{3.31}$$

olarak tanımlanmaktadır.

Burada θ, risk sınıfındaki her poliçe sahibinin risk seviyesini karakterize eden bir risk parametresidir.

Hipotetik ortalamanın ve süreç varyansının beklenen değeri,

$$\mu = E(\ \mu(\theta)\ ) \tag{3.32}$$

$$v = E(\ v(\theta)\ ) \tag{3.33}$$

olarak tanımlanmaktadır.

Hipotetik ortalamanın varyansı α,

$$\alpha = Var(\ \mu(\theta)) \tag{3.34}$$

olarak ifade edilmektedir. Söz konusu genel tanımlardan yola çıkarak $\Theta = \theta$ koşulu altında X_i'nin ortalaması,

$E\ (X_i) = E\big(E(X_i|\Theta = \ \theta)\big) = E\big(\mu\ (\theta)\big) = \mu$ i=1,2,…,n

varyansı,

$$Var\ (X_i) = E\big(Var(X_i|\Theta = \ \theta)\big) + Var\big(E(X_i|\Theta = \ \theta)\big)$$
$$= E\big(v\ (\theta)\big) + \ Var\big(\ \mu(\theta)\big)$$
$$= v + \ \alpha$$

kovaryansı,

$Kov\ \big(X_i, X_j\big) = E\big(X_i, X_j\big) - E(X_i)\ E\big(X_j\big)$ i≠j i,j=1,2,…,n

$$= E\big[E\big(X_i, X_j|\Theta = \theta\big)\big] - \mu^2$$
$$= E\big[E(X_i|\Theta = \theta)\ E\big(X_j|\Theta = \theta\big)\big] - [E(\ \mu(\theta)\ )]^2$$
$$= E[\mu(\theta)^2] - [E(\ \mu(\theta)\ )]^2$$
$$= Var\big(\ \mu(\theta)\big)$$
$$= \alpha$$

olarak elde edilmektedir (Klugman ve diğerleri, 1992).

$E\big[\mu_{n+1}(\theta)\backslash X_{1,}X_{2,}\ \dots, X_n\big]$ 'in başka bir ifadeyle bir sonraki döneme ilişkin hasar miktarının tahmininde hata kareler ortalaması en küçük olacak şekilde bir yaklaşım kullanılmaktadır. Bu yaklaşımda $\alpha_0 + \sum_{i=1}^{n} \alpha_n X_i$ doğrusal fonksiyonu ve $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ kestiricileri kullanılmaktadır (Ebegil, 2007).

$$\varphi = E\left\{\left[\mu_{n+1}(\theta) - \alpha_0 - \sum_{i=1}^{n} \alpha_n X_i\right]^2\right\} \tag{3.35}$$

Bu bağlamda Eş. 3.35'de φ fonksiyonunu en küçük yapacak α değerleri belirlenmektedir. Bu α değerleri $\tilde{\alpha}_0, \tilde{\alpha}_{1,}\tilde{\alpha}_2, \dots, \tilde{\alpha}_n$ olmak üzere $\tilde{\alpha}_0 + \sum_{i=1}^{n} \tilde{\alpha}_n X_i$ ifadesinde μ, $\sigma^2 = v + \alpha$ ve korelasyon katsayısı $\rho = \frac{\alpha}{v+\alpha}$ yerine yazıldığında Bühlmann kredibilite primi,

$$\tilde{\alpha}_0 + \sum_{i=1}^{n} \tilde{\alpha}_n X_i = (1 - Z)\mu + Z\bar{X} \tag{3.36}$$

olmaktadır. Eş. 3.36'da Z kredibilite faktörü,

$$z = \frac{n}{n+\frac{v}{\alpha}} \tag{3.37}$$

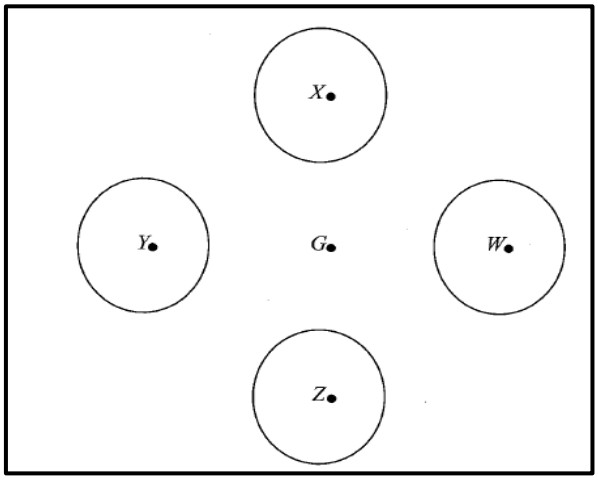
olarak elde edilmektedir. Burada $\frac{v}{\alpha}$ yerine k yazıldığında,

$$k = \frac{v}{\alpha} = \frac{E(\,v(\theta)\,)}{Var(\,\mu(\theta))} = \frac{E[Var(X_i \backslash \Theta = \theta)]}{Var[E(X_i \backslash \Theta = \theta)]} \tag{3.38}$$

Eş. 3.38 elde edilmektedir. Söz konusu eşitlikte pay kısmı süreç varyansının beklenen değerini, payda kısmı ise hipotetik ortalamanın varyansını göstermektedir (Klugman ve diğerleri, 1992).

Z kredibilite faktör değerinin hesaplanmasında kullanılan k sabitinin belirlenmesi için hesaplanmasına ihtiyaç duyulan hipotetik ortalama ve süreç varyansı ifadeleri Philbrick (1981)'in hedef ve atış örneğiyle daha kolay açıklanabilmektedir.

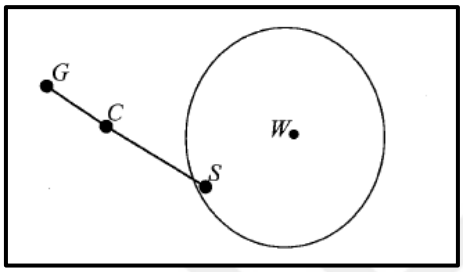
Hedef ve atış örneğinde, rasgele seçilen X,Y,Z,W atıcılarının belirlenen hedeflere atış yapması sonrasında mevcut atışlardan yola çıkarak bir sonraki atışın hedefe ne kadar uzaklıkta olacağı tahmin edilmektedir. Bu örnekte, X,Y,Z,W atıcılarının benzer hedefler için yaptıkları atışlar benzer dağılıma sahip olmakta ve yapılan atışlar daire içine alınarak üst üste çakışmayacak şekilde şekil 3.2'deki gibi gösterilmektedir.



Şekil 3.2. Hipotetik ortalamaya ilişkin hedef-atış örneği

Şekil 3.2'de yapılan tüm atışların ortalaması G'dir. Her 4 atışın merkez noktası hipotetik ortalamayı, bu merkezlerin ortasında yer alan G noktası ise hipotetik ortalamaların beklenen değerini ifade etmektedir. Eğer atışlara ilişkin herhangi bir bilgi mevcut değilse bir sonraki atışın en iyi tahmini G noktası olmaktadır.

Bülhmann modeliyle bir sonraki atışın tahminine ilişkin hedef-atış örneği şekil 3.3'te yer almaktadır.

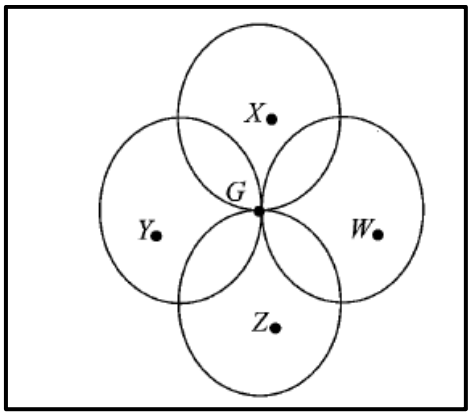


Şekil 3.3. Bühlmann modeliyle hedef-atış örneği

Şekil 3.3'te W atıcısı için ilk atışın S noktasına yapıldığı varsayımı altında Bühlmann yaklaşımına göre sonraki atışın en iyi tahmini G ile S noktası arasındaki doğru üzerinde olmaktadır.

Hipotetik ortalamanın varyansı ise hedeflerin merkez noktaları ile G noktası arasındaki uzaklığın bir fonksiyonu olarak ifade edilebilmektedir. Başka bir ifadeyle hipotetik ortalamanın varyansının G ile X, Y, Z ve W noktaları arasındaki uzaklıkların kareler ortalamasına eşit olduğu söylenebilmektedir. Bu kapsamda hedeflere ilişkin merkezlerin G noktasına olan uzaklığı artıkça hipotetik ortalamanın varyansı artmakta ya da söz konusu uzaklık azaldıkça hipotetik ortalamanın varyansı azalmaktadır.

Öte yandan hedeflerin çakışması durumunda atışın hangi atıcı tarafından yapıldığını kestirmek zorlaşmaktadır. Bu durum şekil 3.4'te gösterilmektedir.



Şekil 3.4. Hedef atış örneğinde hedeflerin çakışması durumu

Şekil 3.4'te hipotetik ortalamanın beklenen değeri G noktası ve hipotetik ortalamanın varyansı 0 olmaktadır. Hipotetik ortalamanın varyans değerinin 0 olması k katsayısının belirsiz olmasına neden olmakta ve bu durumda Z kredibilite faktör değeri 0 olarak hesaplanmaktadır. Z kredibilite faktör değerinin 0 olması nedeniyle C kredibilite kestirimi bireysel deneyimler yerine portföye ilişkin deneyim bilgisinden yararlanılarak yapılmaktadır. Sonuç olarak şekil 3.4'te Bülhmann modeliyle bir sonraki atış için kestirim C = G = H olmaktadır (Herzog, 2010: 71, 78).

Hedef atış örneğinin yanı sıra Bülhmann modeliyle k sabit değerinin belirlenmesinde sayısal bir hesaplamanın yapılabilmesi adına zar atma örneğine yer verilmektedir.

Örnek:

1 ve 3 tarafı işaretli olan iki zarın atılması durumunda zarların işaretli yüzünün denk gelmesi üzerine hasarın oluştuğu ve oluşan hasarın 1 TL olduğu varsayılmaktadır. Mevcut örnek için hipotetik ortalama ve hipotetik ortalamanın varyansı aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

X= hasarı veya kaybı,

Y_i = i. zarın atılması durumunu (i=1,2)

ifade etmek üzere,

Hipotetik ortalama,

$$E(X|Y) = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{6}\right) + \frac{1}{2}\left(\frac{3}{6}\right) = \frac{1}{3}$$

Hipotetik ortalamanın varyansı,

$$Var[E(X|Y)] = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{6} - \frac{1}{3}\right)^2 + \frac{1}{2}\left(\frac{3}{6} - \frac{1}{3}\right)^2 = \frac{1}{36}$$

olarak hesaplanmaktadır.

Söz konusu örnekte hasarın oluşması zarların işaretli yüzünün denk gelmesi koşuluna dayandığı için hasarın Binom dağıldığı söylenebilmektedir. Bu durumda her bir zar atışı için süreç varyansı aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

1 yüzü işaretli zarın bir kez atılması durumu için süreç varyansı,

$$Var(X|Y_1) = n\,p\,q = 1\left(\frac{1}{6}\right)\left(\frac{5}{6}\right)$$
$$= \frac{5}{36}$$

3 yüzü işaretli zarın bir kez atılması durumu için süreç varyansı,

$$Var(X|Y_2) = n\,p\,q = 1\left(\frac{1}{2}\right)\left(\frac{1}{2}\right)$$
$$= \frac{1}{4}$$

olarak hesaplanmaktadır.

Zarların eşit olasılıkla çekildiği varsayımı altında süreç varyansının beklenen değeri,

$$\text{E}\,[Var(X|Y)] = \frac{1}{2}\left(\frac{5}{36}\right) + \frac{1}{2}\left(\frac{1}{4}\right) = \frac{7}{36}$$

olmaktadır.

Buradan $k = \frac{7/36}{1/36} = 7$ olarak

hesaplanmaktadır. Böylelikle mevcut hasar sayısı ve elde edilen k sabitinden yola çıkarak Z kredibilite faktör değeri hesaplanabilmekte ve C kredibilite kestirimi yapılabilmektedir.

3.3.2. Bühlmann-Straub modeli

Bühlmann-Straub modeli Bühlmann ve Straub (1970) tarafından geliştirilen Bühlmann modelinin genelleştirilmiş hali olarak ifade edilebilmektedir. Bühlmann modeli geçmiş yıllara ilişkin poliçeler arasında riske maruz kalan birimler veya hasar büyüklüklerine ilişkin farklı dağılımlara izin vermemektedir. Bu nedenle grup sigortalarında sigortalıların iki veya daha çok gözlem dönemine ilişkin oluşan değişimleri ele almada yetersizdir. Söz konusu değişimlerin olduğu durumlarda Bühlmann-Straub modelinin kullanılması önerilmektedir (Klugman vd., 1992).

Bühlmann modelinde olduğu gibi X_i (i= 1,2, … , n) rasgele değişkenleri Θ koşulu altında aynı dağılıma sahip bağımsız rasgele değişkenlerdir. Bühlmann modelinde $\mu\ (\theta)$ ve $var\ (\theta)$ herhangi bir poliçe sahibinin θ verilmişken ortalama ve varyansını ifade ederken, Bülhmann Straub modelinde örnek ortalamasına ilişkin ortalama ve varyans değerleri hesaplanmaktadır. Bu durumda i. sigorta döneminde θ verilmişken örnek ortalamasına ilişkin ortalama $\mu\ (\theta)$ ve varyans $v\ (\theta)/m_i$ olmaktadır. Bu durumda $\Theta = \theta$ koşulu altında beklenen değer ve varyans,

$$\mu\ (\theta) = E(X_i|\Theta = \theta) \tag{3.39}$$

$$v\ (\theta) = Var(X_i|\Theta = \theta)\ m_i \tag{3.40}$$

olmaktadır. Burada m_i (i= 1,2, … , n), i'inci dönemde riske maruz kalan birim sayısını göstermektedir. $\mu\ (\theta)$ hipotetik ortalama, $v\ (\theta)$ süreç varyansı ve α hipotetik ortalamanın varyansı olmak üzere hipotetik ortalamanın beklenen değeri μ ve süreç varyansının beklenen değeri v ile ifade edilmektedir. Bu durumda,

X_i'in ortalaması, varyansı ve koyavaryansı sırasıyla,

$$E[X_i] = E[E(X_i|\Theta = \theta)] = E\big(\mu\ (\theta)\big) = \mu \qquad \text{i} = 1,2,3,..,\text{n} \tag{3.41}$$

$$Var[X_i] = E[Var(X_i|\Theta = \theta)] + Var[E(X_i|\Theta = \theta)]$$
$$= E\left[\frac{v(\theta)}{m_i}\right] + Var\,[\mu(\theta)]$$
$$= \frac{v}{m_i} + \alpha \qquad (3.42)$$

$$Kov\,(X_i, X_j) = E(X_i, X_j) - E(X_i)\,E(X_j) \qquad i\neq j \quad i,j=1,2,\ldots,n$$
$$= E\left[E(X_i, X_j|\Theta = \theta)\right] - \mu^2$$
$$= E\left[E(X_i|\Theta = \theta)\,E(X_j|\Theta = \theta)\right] - [E(\,\mu(\theta)\,)]^2$$
$$= E[\mu(\theta)^2] - [E(\,\mu(\theta)\,)]^2$$
$$= Var(\,\mu(\theta))$$
$$= \alpha \qquad (3.43)$$

olarak ifade edilmektedir.

$E[\mu_{n+1}(\theta)] = \tilde{\alpha}_0 + \sum_{i=1}^{n} \tilde{\alpha}_i E(X_i)$ eşitliğinde Eş. 3.42'den yararlanılarak,

$$\mu = \tilde{\alpha}_0 + \sum_{i=1}^{n} \tilde{\alpha}_i E(X_i) = \sum_{i=1}^{n} \tilde{\alpha}_i = 1 - \frac{\tilde{\alpha}_0}{\mu} \qquad (3.44)$$

olarak elde edilmektedir. $Kov\,(X_i, X_{n+1}) = \sum_{i=1}^{n} \tilde{\alpha}_i Kov\,(X_i, X_j)$ eşitliği üzerinden α,

$$\alpha = \sum_{i=1}^{n} \tilde{\alpha}_i \alpha + \tilde{\alpha}_j \left(\frac{v}{m_j} + \alpha\right) = \sum_{i=1}^{n} \tilde{\alpha}_i \alpha + \frac{v\tilde{\alpha}_j}{m_j} \qquad (3.45)$$

biçimine dönüşmektedir. Eş. 3.45'de $\tilde{\alpha}_j$ yalnız bırakıldığında,

$$\tilde{\alpha}_j = \frac{\alpha}{v}\, m_j \left(1 - \sum_{i=1}^{n} \tilde{\alpha}_i\right) = \frac{\alpha}{v}\,\frac{\tilde{\alpha}_0}{\mu}\, m_j \qquad i, j = 1,2,\ldots,n \qquad (3.46)$$

olmaktadır. Eş. 3.44 ve 3.46'dan yararlanılarak elde edilen eşitlikte,

$$\sum_{i=1}^{n} \tilde{\alpha}_i = 1 - \frac{\tilde{\alpha}_0}{\mu} = \frac{\alpha}{v}\,\frac{\tilde{\alpha}_0}{\mu} \sum_{i=1}^{n} m_j = \frac{\alpha}{v}\,\frac{\tilde{\alpha}_0}{\mu}\, m$$

$\tilde{\alpha}_0$ ve $\tilde{\alpha}_i$,

$$\tilde{\alpha}_0 = \frac{\mu}{1 + \frac{m\alpha}{v}} = \frac{v/\alpha}{m + v/\alpha}\ \mu$$

$$\tilde{\alpha}_i = \frac{\alpha\ \tilde{\alpha}_0}{m\ v} m_i = \frac{m_i}{m + \frac{v}{\alpha}}$$

olmak üzere yerine yazıldığında Eş. 3.47 elde edilmektedir.

$$\tilde{\alpha}_0 + \sum_{i=1}^{n} \tilde{\alpha}_i X_i = \frac{v/\alpha}{m + v/\alpha}\ \mu + \sum_{i=1}^{n} \frac{m_i}{m + \frac{v}{\alpha}}\ X_i$$
$$= (1 - Z)\mu + Z\bar{X} \qquad (3.47)$$

Buradan kredibilite faktör değeri ve $\bar{X}$,

$Z = \frac{m}{m+k}$ ve $\bar{X} = \sum_{i=1}^{n} \frac{m_i}{m} X_i$

olarak elde edilmektedir. Burada i'inci dönemdeki hasar miktarı riske maruz kalmış birey sayısı ile ağırlıklandırılmaktadır. Bu kapsamda Z kredibilite faktör değerinin m'ye bağlı olduğu söylenebilmektedir. Sonuç olarak Bühlmann-Straub kredibilite modeli,

$$E(X_{n+1}) = (1 - Z)\mu + Z\bar{X}, \quad Z = \frac{m}{m+k}, \qquad 0 \le Z \le 1 \qquad (3.48)$$

olarak tanımlanmaktadır (Ebegil, 2007).

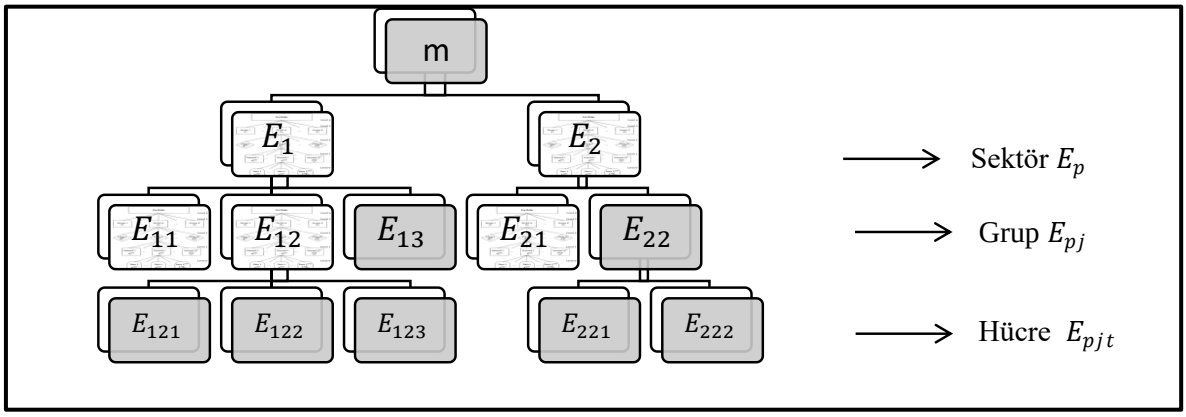
3.3.3. Jewell'in hiyerarşik kredibilite modeli

Portföy, içindeki sigortalı sayısı artıkça başarılı oranlama yapılamayacak kadar heterojen bir yapıya sahip olmaktadır. Bu bağlamda Jewell (1975) tarafından ortaya konulan hiyerarşik kredibilite modeli büyük ölçekli portföylerde kredibilite kestirimleri için kullanılabilecek etkili bir yöntem olarak değerlendirilmektedir. Hiyerarşik kredibilite modeli, Bühlmann-Straub (1972) modeli, Hachemeister (1975)'in regresyon modeli ve De Vylder (1976)'in kısmi doğrusal modelinin genelleştirilmiş halidir. Hiyerarşik kredibilite modelinde temel

varsayım büyük ölçeli ve heterojen yapıdaki portföylerin belirlenen kriterler ışığında homojen alt gruplara ayrılmasıdır (Goulet, 1998).

Hiyerarşik kredibilite modeliyle kredibilite kestirimlerine örnek olarak taşıt sigortaları verilebilmektedir. Taşıt sigortaları büyük ölçekli ve heterojen bir yapıya sahip olmakla birlikte taşıtın kullanıldığı bölgeye, poliçe sahiplerinin mesleklerine vb. diğer kriterlere göre alt gruplara ayrıştırılabilmektedir. Taşıt sigortalarında poliçe sahiplerinin meslekleri taşıtların kullanıldığı bölgelerin altında sınıflandırıldığında farklı bölgelere ilişkin varyans bileşenleri bağımsız olduğundan bölgelerin altında sınıflandırılan mesleklerin de bağımsız olduğu varsayılmaktadır. Bölgelerin mesleklerin altında sınıflandırılması durumunda ise farklı mesleklerin altında yer alan bölgelerin bağımsız olduğu değerlendirilmektedir (Dannenburg, 1996: 43).

Hiyeraşik kredibilite modelinde hiyerarşik düzey sayısının en az iki olması gerekmektedir. Ele alınan modeller düzey sayısına göre isimlendirilmektedir. Örneğin iki düzeye sahip hiyerarşik modeller "İki Aşamalı Hiyerarşik Kredibilite Modeli" olarak isimlendirilmektedir. Düzey sayısının ikiden fazla olduğu durumda ise söz konusu hiyerarşik modeller "Çok Aşamalı Hiyerarşik Kredibilite Modeli" olarak isimlendirilmektedir. Bu kapsamda sektör ve gruplardan oluşan iki aşamalı hiyerarşik kredibilite modeli örneği şekil 3.5'te yer almaktadır.



Şekil 3.5. İki aşamalı hiyerarşik kredibilite modelinin şematik gösterimi

Şekil 3.5'te, portföy sektör ve grup olmak üzere iki alt gruba ayrılmaktadır. İlk hiyerarşik düzey sektörleri, ikinci hiyerarşik düzey ise grupları ifade etmektedir. Grupların altında yer alan hücreler ise sigortalılara ilişkin deneyim bilgisini göstermektedir. Burada her sektör ve

grup benzer risklere sahip olduğundan homojen yapıda oldukları söylenebilmektedir. Söz konusu hiyerarşik yapının en üstünde bulunan m değeri portföye ilişkin kolektif ortalamayı ifade etmektedir. Her bir hiyerarşik düzeyde yer alan E bileşenleri ise söz konusu düzeye ilişkin hesaplanan hasar miktarının kolektif ortalamadan ne kadar saptığını ifade etmektedir.

Jewell'in hiyerarşik kredibilite modelinde, prim hesabı bilinen formundan farklıdır. Prim hesabı için tek bir kredibilite faktör değeri kullanmak yerine her bir hiyerarşik düzey için ayrı ayrı kredibilite faktör değerleri hesaplanmaktadır. İki yönlü hiyerarşik kredibilite modelinde prim hesabı Eş. 3.49'da gösterildiği gibidir:

$$X_{pjt} = m + E_p + E_{pj} + E_{pjt} \tag{3.49}$$

Burada, E bileşenleri şekil 3.5'te ifade edilen sektör ve grup düzeyini başka bir ifadeyle her bir hiyerarşik düzey için kolektif ortalamadan (m) sapan değerleri ifade etmektedir. Bahsi geçen E bileşenleri ortalaması 0 olan bağımsız rasgele değişkenlerdir. Bu modelde sektörler ve gruplar için ayrı ayrı prim değeri hesaplanmakta ve sırasıyla Eş. 3.50 ve 3.51'de gösterilmektedir.

$$X_p = m + E_p \tag{3.50}$$

$$X_{pj} = m + E_p + E_{pj} \tag{3.51}$$

Eş. 3.50-3.51 aynı zamanda sektör ve gruplara ilişkin ortalama değerler bilindiğinde portföye ilişkin prim değerinin hesaplanmasını sağlayan koşullu beklenen değerleri ifade etmektedir $\left(E\left[X_{pjt} \backslash E_p\right], E\left[X_{pjt} \backslash E_p, E_{pj}\right]\right)$.

İki yönlü hiyerarşik kredibilite modelinde kullanılması gerekli olan temel parametreler Eş. 3.52 – 3.56'da verildiği gibi hesaplanmaktadır:

$$m = E\left[X_{pjt}\right] \tag{3.52}$$

m: Portföye ilişkin kolektif ortalamayı,

$$s^2 = w_{pjt} Var\left[E_{pjt}\right] \tag{3.53}$$

s^2: Poliçe sahiplerine ilişkin deneyimlerin zaman içindeki değişimini,

$$\alpha = Var[E_{pj}] \tag{3.54}$$

α: Sektörler içi değişimi,

$$b = Var[E_p] \tag{3.55}$$

b: Sektörler arasındaki değişimi,

ifade eder. Sektör ve gruplara ilişkin ağırlıklar Eş. 3.56'da gösterildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$w_{p\Sigma\Sigma} = \sum_{j=1}^{j_p} w_{pj\Sigma} = \sum_{j=1}^{j_p} \sum_{t=1}^{T_{pj}} w_{pjt} \tag{3.56}$$

Burada,

w_{pjt} : p. sektör ve j. grupta yer alan sigortalıların t zaman aralığındaki toplam ağırlık değerini,

$w_{pj\Sigma}$: p. sektör ve j. gruba ilişkin toplam ağırlık değerini,

$w_{p\Sigma\Sigma}$: p. sektöre ilişkin toplam ağırlık değerini başka bir ifadeyle p. sektör düzeyinde yer alan her bir grubun ağırlıklarının toplamını,

ifade etmektedir.

Hiyerarşik kredibilite modelinde sektör ve gruplar için ayrı ayrı kredibilite faktör değerleri hesaplanmaktadır. Bu bağlamda sektör ve gruplar için kredibilite faktör değerleri Eş. 3.57'de verildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$z_{pj} = \frac{\alpha\, w_{pj\Sigma}}{\alpha\, w_{pj\Sigma} + s^2}\ , \qquad z_p = \frac{b z_{p\Sigma}}{b z_{p\Sigma} + \alpha} \tag{3.57}$$

Burada,

z_{pj}: p. sektör ve j. gruba ilişkin kredibilite faktör değerini,

z_p: p. sektöre ilişkin kredibilite faktör değerini

ifade etmektedir.

Sektör ve gruplara ilişkin hasar miktarlarının kredibilite faktör değeriyle ağırlıklandırılan ağırlıklı ortalamaları Eş. 3.58'deki gibi hesaplanmaktadır.

$$X_{pzw} = \sum_{j=1}^{J_p} \frac{z_{pj}}{z_{p\Sigma}} X_{pjw} = \sum_{t=1}^{Tpj} \frac{w_{pjt}}{w_{pj\Sigma}} X_{pjt} \tag{3.58}$$

Burada;

X_{pjt}: p. sektör ve j. grupta yer alan poliçe sahiplerinin t zaman aralığındaki hasar miktarını,

X_{pjw}: p. sektör j. gruba ilişkin hasar miktarlarının ağırlıklı ortalamasını,

X_{pzw} : p. sektöre ilişkin hasar miktarının kredibilite faktör değeriyle ağırlıklandırılmış ağırlıklı ortalamasını,

ifade etmektedir.

Portföye yönelik kredibilite faktör değeriyle ağırlıklandırılan ağırlıklı ortalama ise Eş. 3.59'da yer almaktadır.

$$X_{zzw} = \sum_{j=1}^{J_p} \frac{z_p}{z_\Sigma} X_{pzw} \tag{3.59}$$

Eş. 3.53'te yer alan X_{zzw} değeri kolektif ortalamaya yani m'e eşit olduğu durumda m'in en iyi doğrusal sapmasız (ENDOST) özelliği gösterdiği ve kredibilite kestiriminin homojen tahmin edicilerle yapıldığı söylenebilmektedir. Aksi durumda kredibilite kestirimi homojen

olmayan tahmin edicilerle yapılmaktadır. Homojen ve homojen olmayan tahmin edicilerle hesaplanan kredibilite kestiriminde m dışında genellikle aynı sonuçlar elde edilmektedir.

Bu kapsamda homojen tahmin edicilerle yapılan kredibilite kestirimi Eş. 3.60'da verildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$\left(m + E_p + E_{pj}\right) = z_{pj} X_{pjw} + \left(1 - z_{pj}\right)\left\{z_p\, X_{pzw} + \left(1 - z_p\right) X_{zzw}\right\} \tag{3.60}$$

Homojen olmayan tahmin edicilerle yapılan kredibilite kestirimi ise Eş. 3.61'de verildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$\left(m + E_p + E_{pj}\right)^{*} = z_{pj} X_{pjw} + \left(1 - z_{pj}\right)\left\{z_p\, X_{pzw} + \left(1 - z_p\right) m\right\}^{*} \tag{3.61}$$

Hiyerarşik kredibilite modelinde düzey sayısının ikiden büyük olduğu durumda model çok aşamalı hiyerarşik kredibilite modeli olarak isimlendirilmektedir. Hiyerarşik kredibilite modelinde düzey sayısının ikiden fazla olduğu durum için prim hesabı yapılabilse de portföyün çok fazla alt gruba ayrılması kredibilite tahmininde bazı zorlukları da beraberinde getirmektedir.

Çok aşamalı hiyerarşik kredibilite modeline örnek olarak portföyün, endüstri kollarına, endüstri kollarının endüstri koluna bağlı olan şirketlere, şirketlerin meslek gruplarına ve meslek gruplarının çalışanlara ayrıldığı düzey sayısının dört olduğu hiyerarşik yapı verilebilmektedir. Bu durumda portföy ilk aşamada endüstrilere (kimya, yemek, finans vb.), ikinci aşamada endüstrilere bağlı faaliyet gösteren şirketlere, üçüncü aşamada şirketlerde yer alan meslek gruplarına (laborant, yönetici, bakacı vb.) ve son aşamada meslek gruplarını oluşturan çalışanlara ayrılmaktadır. Söz konusu modelde çalışanların t zaman zarfında oluşturduğu hasar miktarlarına yönelik prim hesabı Eş. 3.62'de verildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$X_{ijklt} = m + E_i + E_{ij} + E_{ijk} + E_{ijkl} + E_{ijklt} \tag{3.62}$$

Burada;

m: Portföye ilişkin hasar miktarının kolektif ortalamasını,

E_i: i. endüstri koluna ait hasar miktarının kolektif ortalamaya göre farkını,

E_{ij}: i. endüstri kolunda yer alan j. şirketin hasar miktarının kolektif ortalamaya göre farkını,

E_{ijk}: i. endüstri kolunda yer alan j. şirketteki k. meslek grubuna ilişkin hasar miktarının kolektif ortalamaya göre farkını,

E_{ijkl}: i. endüstri kolunda yer alan j. şirketteki k. meslek grubunda bulunan l. çalışana ait hasar miktarının kolektif ortalamaya göre farkını,

E_{ijklt}: i. endüstri kolunda yer alan j. şirketteki k. meslek grubunda bulunan l. çalışanın t zaman zarfında oluşturduğu hasar miktarının kolektif ortalamaya göre farkını,

ifade etmektedir.

Bahse konu E bileşenlerine ilişkin varyans değerleri sırasıyla Eş. 3.63'de gösterilmektedir.

$$Var[E_i] = b_1; Var[E_{ij}] = b_2; Var[E_{ijk}] = b_3; Var[E_{ijkl}] = b_4; Var[E_{ijklt}] = \frac{s^2}{w_{ijklt}} \quad (3.63)$$

Her bir hiyerarşik düzey için hesaplanması gerekli olan kredibilite faktör değerleri en alt düzeyden başlamak üzere sırasıyla Eş. 3.64-3.67'de yer almaktadır.

$$z_{ijkl} = \frac{b_4}{b_4 + \frac{s^2}{w_{ijkl\Sigma}}} \quad (3.64)$$

$$z_{ijk} = \frac{b_3}{b_3 + \frac{b_4}{z_{ijk\Sigma}}} \quad (3.65)$$

$$z_{ij} = \frac{b_2}{b_2 + \frac{b_3}{z_{ij\Sigma}}} \quad (3.66)$$

$$z_i = \frac{b_1}{b_1 + \frac{b_2}{z_{i\Sigma}}} \quad (3.67)$$

Burada,

z_{ijkl}: i. endüstri kolunda yer alan j. şirketteki k. meslek grubunda bulunan l. çalışana ilişkin kredibilite faktör değerini,

z_{ijk}: i. endüstri kolunda yer alan j. şirketteki k. meslek grubuna ilişkin kredibilite faktör değerini,

z_{ij}: i. endüstri kolunda yer alan j. şirkete ilişkin kredibilite faktör değerini,

z_{i}: i. endüstri koluna ilişkin kredibilite faktör değerini,

ifade etmektedir.

Kredibilite faktör değerleri yardımıyla her bir hiyerarşik düzey için hesaplanan ağırlıklı ortalamalar en alt düzeyden başlamak üzere sırasıyla Eş. 3.68-3.72'de yer almaktadır.

$$X_{ijklw} = \sum_{t=1}^{Tijkl} \frac{w_{ijklt}}{w_{ijkl\Sigma}} X_{ijklt} \tag{3.68}$$

$$X_{ijkzw} = \sum_{l=1}^{Lijk} \frac{z_{ijkl}}{z_{ijk\Sigma}} X_{ijklw} \tag{3.69}$$

$$X_{ijzzw} = \sum_{k=1}^{Kij} \frac{z_{ijk}}{z_{ij\Sigma}} X_{ijkzw} \tag{3.70}$$

$$X_{izzzw} = \sum_{j=1}^{Ji} \frac{z_{ij}}{z_{i\Sigma}} X_{ijzzw} \tag{3.71}$$

$$X_{zzzzw} = \sum_{i=1}^{I} \frac{z_{i}}{z_{\Sigma}} X_{izzw} \tag{3.72}$$

Burada,

X_{ijklw}: i. endüstri kolunda yer alan j. şirketteki k. meslek grubunda bulunan l. çalışanının t zaman aralığındaki hasar miktarının ağırlıklı ortalamasını,

X_{ijkzw}: i. endüstri kolunda yer alan j. şirketteki k. meslek grubuna ilişkin hasar miktarının kredibilite faktör değeriyle ağırlıklandırılmış ortalamasını,

X_{ijzzw}: i. endüstri kolunda yer alan j. şirkete ilişkin hasar miktarının kredibilite faktör değeriyle ağırlıklandırılmış ortalamasını,

X_{izzzw}: i. endüstri koluna ilişkin hasar miktarının kredibilite faktör değeriyle ağırlıklandırılmış ortalamasını,

X_{zzzzw}: Tüm portföye ilişkin hasar miktarının kredibilite faktör değeriyle ağırlıklandırılmış ortalamasını,

ifade etmektedir.

Sonuç itibariyle dört aşamalı hiyerarşik düzey için kredibilite kestirimi Eş. 3.73'de gösterildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$X_{ijklt} = z_{ijkl}X_{ijklw} + \left(1 - z_{ijkl}\right)\left(m + E_i + E_{ij} + E_{ijk}\right)$$

$$\left(m + E_i + E_{ij} + E_{ijk}\right) = z_{ijk}X_{ijkzw} + \left(1 - z_{ijk}\right)\left(m + E_i + E_{ij}\right)$$

$$\left(m + E_i + E_{ij}\right) = z_{ij}X_{ijzzw} + \left(1 - z_{ij}\right)(m + E_i)$$

$$(m + E_i) = z_iX_{izzzw} + (1 - z_i)(m) \qquad (3.73)$$

Eş. 3.73'de m = X_{zzzzw} olduğunda m en iyi doğrusal sapmasız tahmin edici (ENDOST) olmakta ve bu durumda kredibilite kestirimi homojen tahmin edicilerle yapılmaktadır. Aksi durumda kredibilite kestiriminin homojen olmayan tahmin edicilerle yapıldığı söylenebilmektedir (Dannenburg, 1996: 44, 56).

Örnek

10 farklı sektör (P=10) ve her bir sektöre bağlı 10 farklı grubun ($J_p = 10$) yer aldığı iki aşamalı hiyerarşik kredibilite modelinde gruplarda yer alan poliçe sahiplerinin 10 (T=10) yıllık deneyim bilgilerinden yola çıkılarak sektör ve grup düzeyleri için kredibilite kestirimi yapılmaktadır. Portföye ilişkin risklerin yani X_{pjt}'lerin normal dağıldığı varsayımı altında ağırlık değerleri $w_{pjt} = 1$ olarak alınmaktadır. Söz konusu modelde gruplara ilişkin verilen ağırlıklı ortalamalar çizelge 3.1'de yer almaktadır (Dannenburg, 1996: 57, 61).

Çizelge 3.1. Sektörlere bağlı gruplar için hasar miktarlarının ağırlıklı ortalamaları

p/j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	11,2	14,3	7,6	8,3	10,9	11,1	9,5	9,5	10,8	9,7
2	20,1	23,2	21,3	20,8	21,7	23,1	21,9	21,5	20,1	18,1
3	22,3	22,3	20,3	19,6	20,6	21,8	21,6	17,5	19,0	17,7
4	9,6	11,8	13,1	12,0	9,3	11,4	12,0	13,6	10,2	9,4
5	13,6	15,7	14,4	14,7	14,3	13,7	14,0	15,4	13,5	14,2
6	16,1	17,7	15,6	15,5	15,2	14,8	19,4	17,1	16,3	17,9
7	16,1	12,7	13,9	13,6	14,1	15,4	11,6	14,3	13,4	14,5
8	2,5	3,3	5,2	6,2	1,9	1,6	3,3	2,1	6,7	4,8
9	14,5	12,6	15,1	12,1	16,1	11,6	15,9	17,0	14,1	13,2
10	15,3	14,2	11,9	11,3	10,2	13,0	12,2	8,8	10,0	9,3

Çizelge 3.1'de yer alan değerler, Eş. 3.52'de gösterildiği gibi hesaplanmakta olup sektörlere bağlı gruplarda yer alan poliçe sahiplerinin 10 yıl sonunda oluşturduğu hasar miktarlarının ağırlıklı ortalamasını (X_{pjw}) ifade etmektedir. Örneğin X_{11}, birinci sektör ve birinci grupta yer alan poliçe sahiplerinin oluşturduğu hasar miktarının ağırlıklı ortalamasını ifade etmektedir. İlgili değer tabloda 11,2 olarak gösterilmektedir.

İlgili örnekte poliçe sahiplerinin 10 yıllık süre zarfında oluşturduğu hasar sayıları ve hasar miktarlarına yönelik ham verilerin mevcut olmaması sebebiyle sektörlere bağlı grup düzeyleri için hesaplanmış olan ağırlıklı ortalamalar çizelge 3.1'de doğrudan verilmektedir.

İlk aşamada verilen ağırlıklı ortalamalar yardımıyla Eş.3.46-3.49'dan yararlanılarak modele ilişkin temel parametre değerleri aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

Portföye ilişkin kolektif ortalama m=13,8,

Portföye ilişkin değişim s^2 = 15,89,

Sektörler arası değişim b=25,34,

Sektörler içi değişim α =1,14,

İkinci aşamada sektör ve gruplara ilişkin kredibilite faktör değerleri Eş. 3.51'den yararlanılarak elde edilmektedir. İlgili hesaplamalar yapıldığında birinci sektör ve birinci gruba yönelik kredibilite faktör değeri z_{11}=0,590, birinci sektöre ilişkin kredibilite faktör değeri z_1=0,991 olarak elde edilmektedir.

Üçüncü aşamada, sektör ve gruplar için hesaplanan kredibilite faktör değerleri kullanılarak kredibilite faktör değeriyle ağırlıklandırılmış ağırlıklı ortalamalar Eş. 3.52 ve 3.53'teki gibi hesaplanmaktadır. Bu kapsamda birinci sektör için kredibilite faktör değeriyle ağırlıklandırılmış ağırlıklı ortalama değeri,

$$X_{1zw} = \sum_{j=1}^{J_p} \frac{z_{1j}}{z_{1\Sigma}} X_{pjw} = 10{,}2$$

olarak hesaplanmaktadır.

Benzer hesaplamalar diğer sektörler için de yapıldığında çizelge 3.2'de verilen ağırlıklı ortalamalar elde edilmektedir.

Çizelge 3.2. Sektörler için kredibilite faktör değeriyle ağırlıklandırılmış ağırlıklı ortalamalar

p	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
X_{pzw}	10,2	21,1	20,4	11,01	14,3	16,5	13,9	3,8	14,5	11,7

İlgili örnekte X_{zzw} m'e eşit olmadığından kredibilite kestirimleri homojen olmayan tahmin edicilerle yapılmaktadır. Bu bağlamda birinci sektöre yönelik kredibilite kestirimi,

$$(m + E_1) = z_1 X_{1zw} + (1 - z_1)\,(m)$$
$$= (0{,}991)\,(10{,}2) + (1 - 0{,}991)\,(13{,}8)$$
$$= 10{,}2$$

olarak hesaplanmaktadır. Burada birinci sektör düzeyine ilişikin kredibilite faktör değerinin 1'e yakın olmasından kaynaklı olarak kredibilite kestirimi kredibilite faktörüyle ağırlıklandırılan ağırlıklı ortalamalayla benzer sonuçlar vermektedir.

İlgili örnekte sektör düzeyleri için kredibilite faktör değerlerinin 1'e yakın hesaplanması nedeniyle sektörler için yapılan kredibilite kestirimleri çizelge 3.2'de yer verilen kredibilite faktör değeriyle ağırlıklandırılan ağırlıklı ortalamalarla aynı olmaktadır. Bu nedenle sektörler için hesaplanan kredibilite kestirimlerine ayrıca bir çizelgede yer verilmemektedir.

Sektörler için elde edilen kredibilite kestirim değerleri kullanılarak sektörlere bağlı gruplar için de kredibilite kestirimi yapılmaktadır. Birinci sektörde yer alan birinci grup için kredibilite kestirimi,

$$(m + E_1 + E_{11}) = z_{11} X_{11w} + (1 - z_{11})\,(m + E_1)$$
$$= (0{,}590)\,(11{,}2) + (1 - 0{,}590)\,(10{,}2)$$
$$= 10{,}8$$

olarak hesaplanmaktadır. Benzer hesaplamalar diğer sektörlere bağlı gruplar için yapıldığında çizelge 3.3'te verilen kredibilite kestirim değerleri elde edilmektedir.

Çizelge 3.3. Sektörlere bağlı gruplar için hesaplanan kredibilite kestirimleri

p/j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	10,8	11,6	8,7	9,6	10,6	10,5	9,8	10,0	10,6	10,1
2	20,5	21,8	21,2	21,0	21,5	21,7	21,6	21,2	20,5	20,1
3	21,5	21,0	20,3	20,1	20,5	20,8	21,1	19,4	19,6	19,5
4	10,3	1,3	12,3	11,4	10,1	11,2	11,7	11,9	10,6	10,6
5	13,9	14,0	14,4	14,4	14,3	14,1	14,1	14,6	13,8	14,2
6	16,2	16,9	16,0	16,2	15,7	15,9	18,2	16,7	16,4	17,0
7	15,2	13,5	13,9	13,8	14,0	14,4	12,6	14,1	13,6	14,1
8	3,1	3,7	4,7	4,6	2,7	3,2	3,5	3,3	5,5	4,2
9	14,5	13,9	14,8	13,7	15,4	13,5	15,3	15,3	14,2	14,1
10	13,8	12,5	11,8	11,6	10,8	12,1	12,0	10,8	10,7	11.0

Çizelge 3.3 incelendiğinde prim değeri en düşük olan ve diğerlerine nazaran daha az riskli görülen sektörün 8. sektör olduğu, kredibilite prim değeri daha yüksek olan ve yüksek riske sahip olduğu düşünülen sektörlerin ise 2. ve 3. sektörler olduğu görülmektedir.

8. sektöre bağlı gruplar için en düşük prim değerinin 5. grupta ve en yüksek prim değerinin 9. grupta olduğu belirlenmekte olup bu açıdan en riskli grubun 9, en az riske sahip olan grubun ise 5 olduğu söylenebilmektedir. Benzer şekilde 2 ve 3. sektörlerde sırasıyla 10 ve 8. grubun daha düşük prim değerine sahip olduğu ve risk seviyesinin daha düşük olduğu, 2 ve 1. grubun ise daha yüksek prim değerine sahip olarak riskli olduğu görülmektedir.

Bunun yanı sıra tüm sektör ve gruplar içinde en yüksek prim değerinin 2. sektöre bağlı 2. grupta yer alan çalışanlardan alındığı ve söz konusu çalışanların diğerlerine nazaran daha yüksek riske sahip olduğu, en düşük kredibilite prim değerinin ise 8. sektöre bağlı 5. grupta yer alan çalışanlardan alındığı ve bu açıdan söz konusu çalışanların diğerlerine nazaran daha düşük riske sahip olduğu söylenebilmektedir.

3.3.4. Çapraz sınıflama modeli

Hiyerarşik kredibilite modeli, portföyün doğru oranlama yapılamayacak kadar heterojen olduğu durumlarda portföyü homojen alt gruplara ayırarak hiyerarşik olarak sınıflamakta ve primin daha kolay hesaplanmasını sağlamaktadır. Ancak bazı durumlarda risk faktörleri hiyerarşik olarak sınıflandırılamamakta ya da birbiri ile ilişkili olabilmektedir. Söz konusu duruma taşıt sigortaları üzerinden bir örnek verilecek olursa risk faktörü olarak cinsiyet ve yaş değişkenleri belirlendiğinde yaş risk faktörü cinsiyet risk faktörünün altında ya da cinsiyet risk faktörü yaş risk faktörünün altında sınıflandırılamamaktadır. Bu duruma gerekçe olarak genç yaştaki kadın sürücülerin yine genç yaştaki erkek sürücülere kıyasla daha yüksek riske sahip olması, geç yaştaki erkek sürücülerin ise daha ileriki yaştaki erkek sürücülere kıyasla daha yüksek riske sahip olduğunun bilinmesi ve bu açıdan cinsiyet ile yaş değişkeni arasında bir ilişki olduğunun varsayılması gösterilebilmektedir. Bahse konu durumlarda hiyerarşik kredibilite modeli yerine prim hesabında hem risk faktörlerinin ayrı hem de birlikte etkisini göz önünde bulunduran Dannenburg tarafından (1995) geliştirilen çapraz sınıflama modeli kullanılmaktadır (Wang, 2005).

Çapraz sınıflama modelinde kullanılan varyans bileşenleri modeli, lineer modellerin istatistiki teorileri sonucu ortaya çıkmıştır. Searle (1969), genel olarak lineer modeller ve varyans bileşenleri üzerine çalışmıştır. Dannenburg (1995), hiyerarşik kredibilite modelini genelleyerek kredibilite tahmininde varyans bileşenleri modelini ortaya koymuştur. Varyans bileşenleri yaklaşımında, sigortalıya ait hasar oranı birbirleriyle ilişkisiz rasgele değişkenlerin toplamları içerisine ayrıştırılarak risk faktörlerine veya risk faktörleri arasındaki ilişkiye katkı sağlayan rasgele değişkenleri temsil etmektedir. Başka bir ifadeyle varyans bileşenleri modelinde rasgele değişken, her biri risk faktörlerine veya risk faktörleri arasındaki ilişkiye ilişkin varyanslara katkı sağlayan birbiri ile ilişkisiz rasgele değişkenlerin toplamı olarak değerlendirilmektedir (Goulet, 1998).

Çapraz sınıflama modelinde risk faktörlerinin hem ayrı hem de birlikte etkisi gözetildiğinden söz konusu model için risk faktör sayısının en az iki olması gerekmektedir. Hiyeraşik kredibilite modelinde olduğu gibi çapraz sınıflama modelinde de risk faktör sayısının iki olduğu durumda model "İki Yönlü Çapraz Sınıflama Modeli" olarak isimlendirilmektedir. Risk faktör sayısının ikiden fazla olduğu durumda ise model "Çok Aşamalı Çapraz Sınıflama Modeli" olarak isimlendirilmektedir.

İki yönlü çapraz sınıflama modeline ilişkin prim değeri Eş. 3.74'te gösterildiği gibi hesaplanmaktadır;

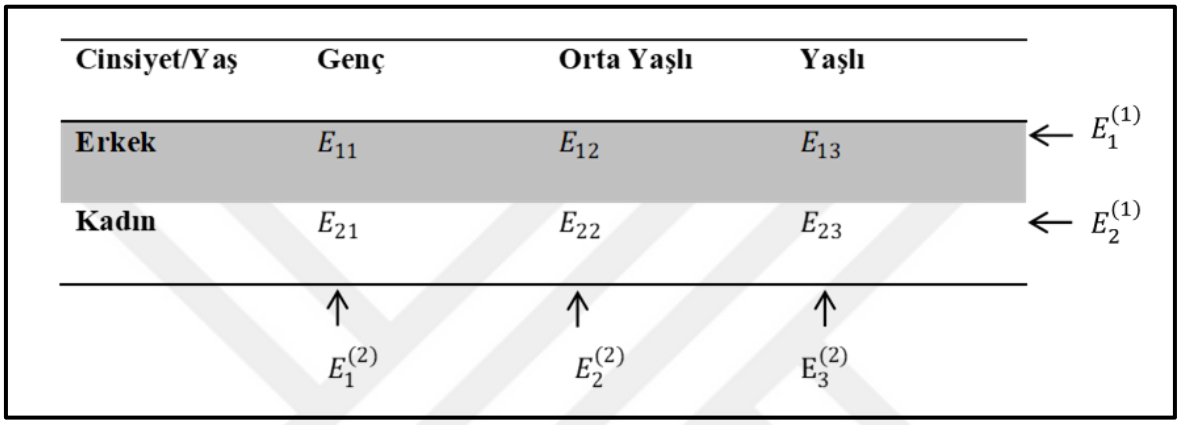
$$X_{ij,T_{ij}+1} = m + E_i^{(1)} + E_j^{(2)} + E_{ij} + E_{ijt} \tag{3.74}$$

Eş. 3.74'te, $E_i^{(1)}$ birinci risk faktörünü, $E_j^{(2)}$ ikinci risk faktörünü, E_{ij} ise risk faktörleri arasındaki ilişkiyi temsil etmektedir. E_{ijt} rasgele değişkeni ise $E_i^{(1)}$, $E_j^{(2)}$ ve E_{ij} değişkenleri verildiğinde, t süre zarfında elde edilen hasar miktarının kolektif ortalamadan ne kadar saptığını ifade etmektedir. Bahse konu E bileşenleri ortalaması 0 olan bağımsız rasgele değişkenlerdir.

Jewell'in hiyerarşik modelinde olduğu gibi E_{ij} ve E_{ijt} değişkenlerinin varyansları sırasıyla $b^{(12)}$ ve $\frac{s^2}{w_{ijt}}$ olmaktadır. Burada s^2, risk faktör düzeylerinde t süre zarfında oluşan hasar miktarının kolektif ortalamaya göre değişimini, $b^{(12)}$ risk faktör düzeyleri arasındaki ya da hücreler arasındaki değişimi ifade etmektedir. Birinci ve ikinci risk faktörünü temsil eden

$E_i^{(1)}$ ve $E_j^{(2)}$ rasgele değişkenlerinin varyansı ise $b^{(1)}$ ve $b^{(2)}$ parametreleri ile gösterilmekte olup $b^{(1)}$ ve $b^{(2)}$ parametreleri birinci ve ikinci risk faktörlerinin risk faktör düzeyleri arasındaki değişimi başka bir ifadeyle satır ve sütunlar arasındaki değişimi ifade etmektedir.

Cinsiyet (i=1, 2) ve yaş (j=1, 2, 3) risk faktörlerinden oluşan iki yönlü çapraz sınıflama modeli şekil 3.6'da örnek olarak verilmektedir (Dannenburg, 1996: 92).



Şekil 3.6. İki yönlü çapraz sınıflama modeli örneği

Şekil 3.6'da cinsiyet risk faktörü kendi içinde kadın ve erkek olmak üzere alt kategorilere, yaş risk faktörü ise kendi içinde genç, orta yaşlı ve yaşlı olmak üzere alt kategorilere ayrılmaktadır. İlgili modelde birinci risk faktörüne ilişkin risk faktör düzeylerinin etkisi satır sonlarında yer alan E değişkenleriyle, ikinci risk faktörüne ait risk faktör düzeylerinin etkisi ise sütun sonlarında yer alan E değişkenleriyle ifade edilmektedir. Örneğin genç yaşta olanların yani ikinci risk faktörüne ait birinci risk faktör düzeyinin modele etkisi $E_1^{(2)}$ değişkeniyle, cinsiyeti kadın olanların başka bir ifadeyle birinci risk faktörüne ait ikinci risk faktör düzeyinin modele etkisi $E_2^{(1)}$ değişkeniyle gösterilmektedir. E_{11} değişkeni ise cinsiyeti erkek olan genç yaştakilerin ya da birinci ve ikinci risk faktörlerinin birinci risk faktör düzeyinin modele etkisini göstermektedir.

İki yönlü çapraz sınıflama modelinde prim hesabında kullanılan temel parametreler Eş. 3.75-3.78'de verilmektedir.

İlk olarak portföye ilişkin kolektif ortalama ve varyans değerleri hesaplanmakta olup ilgili hesaplamalara Eş. 3.75-3.78'de yer verilmektedir:

$$m = X_{www} = \frac{1}{w_{\Sigma\Sigma\Sigma}} \sum_{i=1}^{I} \sum_{j=1}^{J} X_{ijw} w_{ij\Sigma} \tag{3.75}$$

Burada,

$w_{ij\Sigma}$: Birinci risk faktörünün i. düzeyi ile ikinci risk faktörünün j. düzeyine ilişkin toplam ağırlık değerini,

$w_{\Sigma\Sigma\Sigma}$: Tüm portföye ilişkin toplam ağırlık değerini,

X_{ijw}: Birinci risk faktörünün i. düzeyi ile ikinci risk faktörünün j. düzeyine ilişkin hasar miktarının ağırlıklı ortalamasını,

X_{www}: Tüm portföye ilişkin hasar miktarının ağırlıklı ortalamasını,

m: Portföye ilişkin kolektif ortalamayı,

ifade etmektedir. Bahse konu ağırlıklar Eş. 3.76'da verildiği gibi hesaplanabilmektedir:

$$w_{ij\Sigma} = \sum_{t=1}^{T_{ij}} w_{ijt} \qquad w_{\Sigma\Sigma\Sigma} = \sum_{i=1}^{I} \sum_{j=1}^{J} \sum_{t=1}^{T_{ij}} w_{ijt} \tag{3.76}$$

Burada,

w_{ijt}: Birinci risk faktörünün i. düzeyi ile ikinci risk faktörünün j. düzeyine ilişkin t zaman zarfındaki ağırlığı başka bir ifadeyle hasar sayısını,

ifade etmektedir.

Risk faktör düzeylerine ilişkin ağırlıklı ortalamalar ise Eş. 3.77'de verildiği gibi hesaplanmaktadır:

$$X_{ijw} = \frac{1}{w_{ij\Sigma}} \sum_{t=1}^{T_{ij}} X_{ijt} w_{ijt} \tag{3.77}$$

Burada;

X_{ijt}: Birinci risk faktörünün i. düzeyi ile ikinci risk faktörünün j. düzeyine ilişkin t zaman zarfında elde edilen hasar miktarını,

ifade etmektedir.

Portföye ilişkin varsyans Eş. 3.78'de gösterildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$\hat{s}^2 = \frac{1}{\sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}(T_{ij}-1)_+}\sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}\sum_{t=1}^{Tij}\left(X_{ijt}-X_{ijw}\right)^2 w_{ijt} \tag{3.78}$$

Burada $T_{ij} \geq 2$ olması durumunda $(T_{ij}-1)_+ = T_{ij}-1$ eşit olmaktadır, aksi durumda 0 değerini almaktadır.

İkinci aşamada varyans bileşenleri olarak da ifade edilen risk faktörlerinin ayrı ve birlikte etkisine ilişkin varyans ($b^{(1)}$, $b^{(2)}$ ve $b^{(12)}$) değerleri Eş.3.79-3.81'de yer alan üç denklem sistemlerinin çözümü sonrası elde edilmektedir.

$$\left[\sum_{i=1}^{I}\frac{1}{I}\left(\frac{1}{w_{i\Sigma\Sigma}}\sum_{j=1}^{j}\left(X_{ijw}-X_{iww}\right)^2 w_{ij\Sigma}-\frac{s^2(J-1)}{w_{i\Sigma\Sigma}}\right)\right] = \left(b^{(2)}+b^{(12)}\right)\left(1-\frac{1}{I}\sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}\left(\frac{w_{ij\Sigma}}{w_{i\Sigma\Sigma}}\right)^2\right) \tag{3.79}$$

$$E\left[\sum_{j=1}^{J}\frac{1}{J}\left(\frac{1}{w_{i\Sigma\Sigma}}\sum_{i=1}^{I}\left(X_{ijw}-X_{wjw}\right)^2 w_{ij\Sigma}-\frac{s^2(I-1)}{w_{\Sigma j\Sigma}}\right)\right] = \left(b^{(1)}+b^{(12)}\right)\left(1-\frac{1}{J}\sum_{j=1}^{J}\sum_{i=1}^{I}\left(\frac{w_{ij\Sigma}}{w_{\Sigma j\Sigma}}\right)^2\right) \tag{3.80}$$

$$\left[\sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}\left(\frac{w_{ij\Sigma}}{w_{i\Sigma\Sigma}}\left(X_{ijw}-X_{wjw}\right)^2-\frac{s^2(IJ-1)}{w_{\Sigma\Sigma\Sigma}}\right)\right]$$

$$=b^{(1)}\left[1-\sum_{i=1}^{I}\left[\frac{w_{i\Sigma\Sigma}}{w_{\Sigma\Sigma\Sigma}}\right]^2\right]+b^{(2)}\left[1-\sum_{j=1}^{J}\left[\frac{w_{\Sigma j\Sigma}}{w_{\Sigma\Sigma\Sigma}}\right]^2\right]$$

$$+b^{(12)}\left[1-\sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}\left[\frac{w_{ij\Sigma}}{w_{\Sigma\Sigma\Sigma}}\right]^2\right] \tag{3.81}$$

Burada,

$$X_1=\frac{1}{I}\sum_{i=1}^{I}\left(\sum_{j=1}^{J}\frac{w_{ij\Sigma}}{w_{i\Sigma\Sigma}}\left(X_{ijw}-X_{iww}\right)^2-\frac{(J-1)}{w_{i\Sigma\Sigma}}\hat{s}^2\right) \tag{3.82}$$

$$X_2=\frac{1}{J}\sum_{j=1}^{J}\left(\sum_{i=1}^{I}\frac{w_{ij\Sigma}}{w_{\Sigma j\Sigma}}\left(X_{ijw}-X_{wjw}\right)^2-\frac{(I-1)}{w_{\Sigma j\Sigma}}\hat{s}^2\right) \tag{3.83}$$

$$X_3=\sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}\frac{w_{ij\Sigma}}{w_{\Sigma\Sigma\Sigma}}\left(X_{ijw}-X_{www}\right)^2-\frac{(IJ-1)}{w_{\Sigma\Sigma\Sigma}}\hat{s}^2 \tag{3.84}$$

ve

$$\alpha_1=1-\frac{1}{I}\sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}\left(\frac{w_{ij\Sigma}}{w_{i\Sigma\Sigma}}\right)^2 \tag{3.85}$$

$$\alpha_2=1-\frac{1}{J}\sum_{j=1}^{J}\sum_{i=1}^{I}\left(\frac{w_{ij\Sigma}}{w_{\Sigma j\Sigma}}\right)^2 \tag{3.86}$$

$$\alpha_3=1-\sum_{i=1}^{I}\left(\frac{w_{i\Sigma\Sigma}}{w_{\Sigma\Sigma\Sigma}}\right)^2 \tag{3.87}$$

$$\alpha_4 = 1 - \sum_{j=1}^{J} \left(\frac{w_{\Sigma j \Sigma}}{w_{\Sigma\Sigma\Sigma}}\right)^2 \tag{3.88}$$

$$\alpha_5 = 1 - \sum_{i=1}^{I} \sum_{j=1}^{J} \left(\frac{w_{ij\Sigma}}{w_{\Sigma\Sigma\Sigma}}\right)^2 \tag{3.89}$$

olmak üzere Eş. 3.90'da yer alan lineer denklem sisteminin çözümü sonrasında varyans bileşenleri elde edilebilmektedir.

$$\begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & a_1 & a_1 \\ a_2 & 0 & a_2 \\ a_3 & a_4 & a_5 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} b^{(1)} \\ b^{(2)} \\ b^{(12)} \end{pmatrix} \tag{3.90}$$

Lineer denklem sisteminin çözümü sonrasında elde edilen varyans değerlerinden yola çıkarak risk faktörlerine ilişkin kredibilite faktör değerleri Eş. 3.91-3.93'deki gösterildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$z_{ij}^{(12)} = \frac{b^{(12)} w_{ij\Sigma}}{b^{(12)} w_{ij\Sigma} + s^2} \tag{3.91}$$

$$z_i^{(1)} = \frac{b^{(1)} z_{i\Sigma}^{(12)}}{b^{(1)} z_{i\Sigma}^{(12)} + b^{(12)}} \tag{3.92}$$

$$z_j^{(2)} = \frac{b^{(2)} z_{\Sigma j}^{(12)}}{b^{(2)} z_{\Sigma j}^{(12)} + b^{(12)}} \tag{3.93}$$

Elde edilen kredibilite faktör değerleri yardımıyla hesaplanan E bileşenleri Eş.3.94-3.96'da yer alan eşitliklerin birlikte çözülmesiyle elde edilmektedir.

$$E_i^{(1)} = z_i^{(1)} \left(\frac{1}{z_{i\Sigma}^{(12)}} \sum_{j=1}^{J} \left(X_{ijw} - E_j^{(2)} \right) z_{ij}^{(12)} - m \right) \tag{3.94}$$

$$E_j^{(2)} = z_j^{(2)} \left(\frac{1}{z_{\Sigma j}^{(12)}} \sum_{i=1}^{I} \left(X_{ijw} - E_i^{(1)} \right) z_{ij}^{(12)} - m \right) \quad (3.95)$$

$$E_{ij} = z_{ij}^{(12)} \left(X_{ijw} - m - E_i^{(1)} - E_j^{(2)} \right) \quad (3.96)$$

3.1. Lemma: Lineer eşitlikleri çözmenin bir yolu da matris hesaplamalarını kullanmaktır. Eş. 3.94-3.96'da yer alan eşitlik, vektörler aracılığıyla matris hesaplamalarından yararlanılarak kolaylıkla çözülmekte ve E- bileşenleri daha kolay hesaplanabilmektedir. Söz konusu matris hesaplamaları aşağıda verildiği gibidir.

$$\vec{E}^{(1)} = \vec{C}^{(1)} - D^{(1)} \vec{E}^{(2)} \quad (3.97)$$

$$\vec{E}^{(2)} = \vec{C}^{(2)} - D^{(2)} \vec{E}^{(1)} \quad (3.98)$$

olmak üzere birinci risk faktörünün i. düzeyine ilişkin

I x1 boyutlu $\vec{C}^{(1)}$ vektörü,

$$c_i = z_i^{(1)} (X_{kzw} - m), \quad (3.99)$$

olmaktadır. I x J boyutlu $D^{(1)}$ matrisi,

$$D^{(1)} = z_i^{(1)} z_{il} / \, z_{i\Sigma} \quad (3.100)$$

olarak gösterilmektedir. İkinci risk faktörünün j. risk düzeyine ilişkin J x 1 boyutlu $\vec{C}^{(2)}$ vektörü ve J x I boyutlu $D^{(2)}$ matrisi benzer şekilde hesaplanabilmektedir. Risk faktörlerine yönelik elde edilen vektörler Eş. 3.101-3.102'de ilgili yerine yazıldığında risk faktörlerine ilişkin E bileşenleri elde edilebilmektedir.

$$\vec{E}^{(1)} = \left(I - D^{(1)} D^{(2)} \right)^{-1} \left(\vec{C}^{(1)} - D^{(1)} \vec{C}^{(2)} \right) \quad (3.101)$$

$$\vec{E}^{(2)} = \left(I - D^{(2)} D^{(1)} \right)^{-1} \left(\vec{C}^{(2)} - D^{(2)} \vec{C}^{(1)} \right) \quad (3.102)$$

(Dannenburg, 1996: 98).

İki yönlü çapraz sınıflama modeliyle prim hesabında risk faktörlerinin etkisinin modele dahil edilmesine olanak sağlayan düzeltilmiş ağırlıklı ortalama değerleri kullanılmaktadır. Düzeltilmiş ağırlıklı ortalamalar elde edilen E bileşenleri yardımıyla her bir risk faktör düzeyi için ayrı ayrı hesaplanmaktadır. Risk faktör düzeylerine yönelik hesaplanan düzeltilmiş ağırlıklı ortalamalar Eş. 3.103-3.104'de yer almaktadır.

$$Y_{izw} = \frac{1}{z_{i\Sigma}} \sum_{j=1}^{J} \left(X_{ijw} - E_j^{(2)} \right) z_{ij} \tag{3.103}$$

$$Y_{zjw} = \frac{1}{z_{\Sigma j}} \sum_{i=1}^{I} \left(X_{ijw} - E_i^{(1)} \right) z_{ij} \tag{3.104}$$

Burada;

Y_{izw}: Birinci risk faktörünün i. düzeyine ilişkin düzeltilmiş ağırlıklı ortalama değerini,

Y_{zjw}: İkinci risk faktörünün j. düzeyine ilişkin düzeltilmiş ağırlıklı ortalama değerini

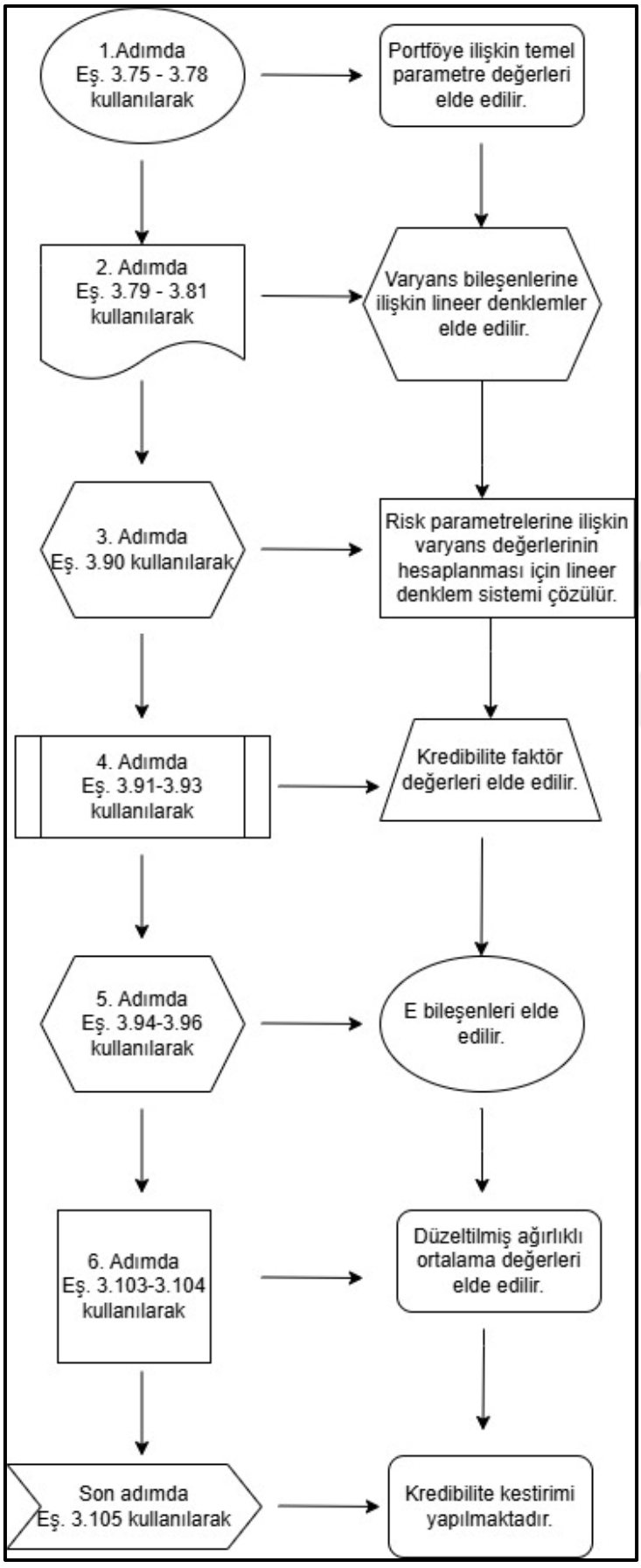
ifade etmektedir.

Son aşamada iki yönlü çapraz sınıflama modeliyle kredibilite kestirimi Eş. 3.105'de gösterildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$X_{ijt} = m + z_{ij}\left(X_{ijw} - m\right) + \left(1 - z_{ij}\right) z_i^{(1)} \left(Y_{izw} - m\right) + \left(1 - z_{ij}\right) z_j^{(2)} \left(Y_{zjw} - m\right) \tag{3.105}$$

(Dannenburg ve diğerleri, 1996: 41, 60)

Genel anlamda iki yönlü çapraz sınıflama modelinde hesaplamalar uzun ve karmaşık bir yapıdadır. Bununla birlikte hesaplamaların belirli bir işlem sırasıyla yapılması gerekmektedir. Bu açıdan iki yönlü çapraz sınıflama modeliyle kredibilite kestirimlerinin daha doğru ve kolay hesaplanabilmesi adına bir algoritma oluşturulmuştur. Oluşturulan algoritmaya şekil 3.7'de yer verilmektedir.



Şekil 3.7. Çapraz sınıflama modeline ilişkin algoritma

Örnek

Bankalardan çekilen ve geri ödenmeme riskine karşı teminat altına alınan kredilerin takibe düşen tutarları için iki yönlü çapraz sınıflama modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan modelde medeni durum ve çalışma süresi olmak üzere iki farklı risk faktörü kullanılmaktadır. Medeni durumu gösterir birinci risk faktörü kendi içinde bekar, boşanmış ve diğer olmak üzere 3 alt kategoriye ayrılmaktadır. Çalışma süresine ilişkin ikinci risk faktörü ise kendi içinde 2 yıldan az, 2 ile 10 yıl arası ve 10 yıldan fazla olmak üzere 3 alt kategoriye ayrılmaktadır. İlgili modelde risk faktör düzeylerine ilişkin takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları ve risk faktör düzeylerine ilişkin ağırlıklar Çizelge 3.4'te yer almaktadır (Dannenburg ve diğerleri, 1996: 105, 106)

Çizelge 3.4. Risk faktör düzeylerine ilişkin ağırlıklar ve takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları

Medeni Durum (i)	Çalışma Süresi (j)			X_{iww} $(w_{i\Sigma\Sigma})$
	< 2	2 – 10	> 10	
Bekar (i=1)	180,39 (40)	246,71 (43)	261,58 (41)	229,74 (124)
Boşanmış (i=2)	172,04 (54)	232,67 (53)	253,22 (48)	217,91 (155)
Diğer (i=3)	212,30 (39)	269,57 (39)	366,61 (39)	286,26 (122)
X_{wjw} $(w_{\Sigma j\Sigma})$	186,36 (133)	247,35 (135)	293,31 (133)	242,51 (401)

Çizelge 3.4'te birinci risk faktörünün ilk düzeyine ilişkin ağırlık değeri ile ağırlıklı ortalaması aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$w_{i\Sigma\Sigma} = \sum_{j=1}^{J} w_{ij\Sigma}$$

$$w_{1\Sigma\Sigma} = 40 + 43 + 41$$
$$= 124$$

$$X_{iww} = \frac{1}{w_{i\Sigma\Sigma}} \sum_{j=1}^{J} X_{ijw} w_{ij\Sigma}$$

$$X_{1ww} = \frac{1}{124}\left((180{,}39\ x\ 40) + (276{,}71\ x\ 43) + (261{,}58\ x\ 41)\right)$$

=229,74

Burada 124, medeni durumu bekar olanların toplan ağırlık değerini başka bir ifadeyle toplam hasar sayılarını, 229,74 değeri ise medeni durumu bekar olanların takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamasını ifade etmektedir. Diğer risk faktör düzeyleri için de benzer hesaplamalar yapıldığında her bir risk faktör düzeyi için ağırlıklar ve ağırlıklı ortalamalar hesaplanabilmektedir. Satır ve sütun sonlarında yer alan diğer değerler risk faktör düzeylerine ilişkin hesaplanan takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamasını vermektedir.

X_{www}=242,51 değeri tüm portföye ilişkin hesaplanan kolektif ortalamayı, $w_{\Sigma\Sigma\Sigma}$=401 değeri ise portföydeki ağırlıkların toplamını ifade etmektedir. Portföye ilişkin varyans değeri,

$$\hat{s}^2 = \frac{1}{\sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}(T_{ij}-1)_+}\sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}\sum_{t=1}^{Tij}\left(X_{ijt}-X_{ijw}\right)^2 w_{ijt}$$

$\hat{s}^2$ =26.476,38

olarak hesaplanmaktadır. Eş. 3.76-3.83'den yararlanarak risk faktörlerine yönelik varyans bileşenlerine ilişkin denklem sistemi oluşturulmakta ve öncelikli olarak X_1, X_2 ve X_3 ve α_1, α_2, α_3, α_4, α_5 değerleri hesaplanmaktadır. İlgili hesaplamalara aşağıda yer verilmektedir.

$$X_1 = \frac{1}{I}\sum_{i=1}^{I}\left(\sum_{j=1}^{J}\frac{w_{ij\Sigma}}{w_{i\Sigma\Sigma}}\left(X_{ijw}-X_{iww}\right)^2 - \frac{(J-1)}{w_{i\Sigma\Sigma}}\hat{s}^2\right)$$

$$X_1 = \frac{1}{3}\left[\left(\frac{40}{124}(180{,}39-229{,}74)^2 - \frac{2}{124}26.476{,}38\right) + \cdots + \left(\frac{44}{122}(366{,}61-286{,}26)^2 - \frac{2}{122}26.476{,}38\right)\right]$$

= 1.787,21

$$X_2 = \frac{1}{J}\sum_{j=1}^{J}\left(\sum_{i=1}^{I}\frac{w_{ij\Sigma}}{w_{\Sigma j\Sigma}}\left(X_{ijw}-X_{wjw}\right)^2 - \frac{(I-1)}{w_{\Sigma j\Sigma}}\hat{s}^2\right)$$

$$X_2 = \frac{1}{3}\left[\left(\frac{40}{133}(180{,}39 - 186{,}36)^2 - \frac{2}{133}26.476{,}38\right) + \cdots + \left(\frac{44}{133}(366{,}61 - 293{,}31)^2 - \frac{2}{133}26.476{,}38\right)\right]$$

=666,46

$$X_3 = \sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}\frac{w_{ij\Sigma}}{w_{\Sigma\Sigma\Sigma}}\left(X_{ijw} - X_{www}\right)^2 - \frac{(IJ-1)}{w_{\Sigma\Sigma\Sigma}}\hat{s}^2$$

$$X_3 = \left[\left(\frac{40}{401}(180{,}39 - 242{,}36)^2 - \frac{8}{401}26.476{,}38\right) + \cdots + \left(\frac{44}{401}(366{,}61 - 242{,}36)^2 - \frac{2}{401}26.476{,}38\right)\right]$$

= 2.439,73

$$\alpha_1 = 1 - \frac{1}{I}\sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}\left(\frac{w_{ij\Sigma}}{w_{i\Sigma\Sigma}}\right)^2$$

$$\alpha_1 = 1 - \frac{1}{3}\left[\left(\frac{40}{124}\right)^2 + \left(\frac{43}{124}\right)^2 + \cdots + \left(\frac{44}{122}\right)^2\right]$$

= 0,6659

$$\alpha_2 = 1 - \frac{1}{J}\sum_{j=1}^{J}\sum_{i=1}^{I}\left(\frac{w_{ij\Sigma}}{w_{\Sigma j\Sigma}}\right)^2$$

$$\alpha_2 = 1 - \frac{1}{3}\left[\left(\frac{40}{133}\right)^2 + \left(\frac{43}{135}\right)^2 + \cdots + \left(\frac{44}{133}\right)^2\right]$$

= 0,6615

$$\alpha_3 = 1 - \sum_{i=1}^{I}\left(\frac{w_{i\Sigma\Sigma}}{w_{\Sigma\Sigma\Sigma}}\right)^2$$

$$\alpha_3 = 1 - \left[\left(\frac{124}{401}\right)^2 + \left(\frac{155}{401}\right)^2 + \left(\frac{122}{401}\right)^2\right]$$

= 0,6624

$$\alpha_4 = 1 - \sum_{j=1}^{J} \left(\frac{w_{\Sigma j \Sigma}}{w_{\Sigma\Sigma\Sigma}}\right)^2$$

$$\alpha_4 = 1 - \left[\left(\frac{133}{401}\right)^2 + \left(\frac{135}{401}\right)^2 + \left(\frac{133}{401}\right)^2\right]$$

= 0,6667

$$\alpha_5 = 1 - \sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J} \left(\frac{w_{ij\Sigma}}{w_{\Sigma\Sigma\Sigma}}\right)^2$$

$$\alpha_5 = 1 - \left[\left(\frac{40}{401}\right)^2 + \left(\frac{43}{401}\right)^2 + \cdots + \left(\frac{44}{401}\right)^2\right]$$

= 0,8872

Elde edilen değerlerden yola çıkarak varyans bileşenlerine ilişkin denklem sistemi,

$$\begin{pmatrix} 1.787,21 \\ 2.439,73 \\ 2.439,73 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0,6659 & 0,6659 \\ 0,6615 & 0 & 0,6615 \\ 0,6624 & 0,6667 & 0,8872 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} b^{(1)} \\ b^{(2)} \\ b^{(12)} \end{pmatrix}$$

olarak elde edilmektedir. Söz konusu denklem sisteminin çözümü sonrasında risk faktörlerine ilişkin varyans bileşenleri sırasıyla $b^{(1)}$=969,45 $b^{(2)}$= 2.646,06 ve $b^{(12)}$= 37,81 olmaktadır. Elde edilen varyans bileşenlerinden yola çıkarak risk faktörlerine ve risk faktör düzeylerine ilişkin kredibilite faktör değerleri hesaplanmaktadır. Hesaplanan kredibilite faktör değerlerine çizelge 3.5'te yer verilmektedir.

Çizelge 3.5. Kredibilite faktör değerleri

Medeni Durum (i)	Çalışma Süresi (j)			$z_i^{(1)}$
	< 2	2 – 10	> 10	
Bekar (i=1)	0,0540	0,0579	0,0553	0,8108
Boşanmış (i=2)	0,0716	0,0704	0,0642	0,8408
Diğer (i=3)	0,0528	0,0528	0,0591	0,8084
$z_j^{(2)}$	0,9258	0,9268	0,9259	-

Çizelge 3.5'te birinci ve ikinci risk faktörünün ilk düzeyine ilişkin kredibilite faktör değeri aşağıda gösterildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$z_{11}^{(12)} = \frac{(37{,}81)\ x\ 40}{(37{,}81\ )\ x\ 40 + 26.476{,}38} = 0{,}0540$$

Satır ve sütun sonlarında yer alan değerler her bir risk faktör düzeyine ilişkin hesaplanan kredibilite faktör değerini göstermektedir. Bu açıdan birinci risk faktörünün ilk düzeyine ilişkin kredibilite faktör değeri,

$$z_1^{(1)} = \frac{b^{(1)} z_{1\Sigma}^{(12)}}{b^{(1)} z_{1\Sigma}^{(12)} + b^{(12)}} = \frac{(969{,}45\ )\ x\ \ 0{,}1672}{(969{,}45\ \ )\ x\ \ 0{,}1672 + 37{,}81} = 0{,}8108$$

olarak hesaplanmaktadır. Benzer hesaplamalar diğer risk faktör düzeyleri için de yapıldığında satır ve sütun sonlarında yer alan diğer $z_i^{(1)}$ ve $z_j^{(2)}$ değerleri elde edilmektedir.

Çizelge 3.5 incelendiğinde, ikinci risk faktörü olarak belirlenen çalışma süresine ilişkin kredibilite faktör değerinin birinci risk faktörüne yani medeni duruma kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum prim hesabında çalışma süresine daha çok ağırlık verileceği yönünde değerlendirilmektedir. Risk faktörleri birlikte değerlendirildiğinde en yüksek kredibilite faktör değerinin medeni durumu boşanmış (i=2) ve çalışma süresi 2 yıldan az olan (j=1) bireyler için belirlendiği, en düşük kredibilite faktör değerinin ise medeni durumu diğer (i=1) ve çalışma süresi 2 yıldan az ve 2 ile 10 yıl arasında olan (j=1,2) bireyler için belirlendiği görülmektedir. Kredibilite faktör değerleri risk faktör düzeylerine ilişkin ağırlıklarla kıyaslandığında ağırlığı yüksek olan risk faktör düzeyinin kredibilite faktör değerinin daha yüksek olduğu ya da tam tersi olarak daha düşük olduğu değerlendirilmektedir.

Kredibilite faktör değerleri yardımıyla hesaplanan $E_i^{(1)}, E_j^{(2)} ve\ E_{ij}$ bileşenleri ve söz konusu hesaplamalar aşağıda yer almaktadır.

$$E_i^{(1)} = z_i^{(1)} \left(\frac{1}{z_{i\Sigma}^{(12)}} \sum_{j=1}^{J} \left(X_{ijw} - E_j^{(2)} \right) z_{ij}^{(12)} - m \right)$$

$$E_j^{(2)} = z_j^{(2)} \left(\frac{1}{z_{\Sigma j}^{(12)}} \sum_{i=1}^{I} \left(X_{ijw} - E_i^{(1)} \right) z_{ij}^{(12)} - m \right)$$

olmak üzere,

i=1 ve j=1 için;

$$E_1^{(1)} = 0{,}810{,}8\left(\frac{1}{0{,}1672}\left(180{,}39 - E_1^{(2)}\right)0{,}0540 - 242{,}36\right)$$

$$E_1^{(2)} = 0{,}9258\left(\frac{1}{0{,}1784}\left(180{,}39 - E_1^{(1)}\right)0{,}0540 - 242{,}36\right)$$

eşitlikleri birlikte çözüldüğünde, $E_1^{(1)}$= -6,07 ve $E_1^{(2)}$= -56,88

olarak hesaplanmaktadır. Buradan yola çıkarak E_{11} bileşeni,

$$E_{11} = z_{ij}^{(12)}\left(X_{ijw} - m - E_i^{(1)} - E_j^{(2)}\right)$$
$$E_{11} = 0{,}0540\ (180{,}39 - 242{,}36 - 6{,}07 - 56{,}88)$$
$$= 0{,}0526$$

olarak hesaplanmaktadır. Lemma 2.1'de yer alan matris sistemlerinin çözümü sonucunda da aynı sonuçlar elde edilmektedir. Tüm i ve j değerleri için benzer hesaplamalar yapıldığında çizelge 3.6'da yer verilen değerler elde edilmektedir.

Çizelge 3.6. Risk faktörlerine ilişkin E bileşenleri

Medeni Durum (i)	Çalışma Süresi (j)			$E_1^{(1)}$
	< 2	2 – 10	> 10	
Bekar (i=1)	0,0527	0,5648	-0,8623	-6,07
Boşanmış (i=2)	0,0689	0,3832	-1,0021	-14,40
Diğer (i=3)	-0,6091	-0,5495	2,6621	38,36
$E_j^{(2)}$	-56,88	-0,74	40,87	-

Çizelge 3.6 incelendiğinde birinci risk faktörünün üçüncü düzeyinin ve ikinci risk faktörünün birinci düzeyinin kolektif ortalamaya göre daha çok saptığı görülmektedir. Risk faktörleri birlikte değerlendirildiğinde ise en yüksek sapma değeri medeni durumu diğer ve çalışma süresi 10 yıldan fazla olan grupta görülmektedir.

Çapraz sınıflama modelinde prim hesabında risk faktörlerinin etkisinin modele dahil edilmesine olanak veren düzeltilmiş ağırlıklı ortalama değerleri kullanılmaktadır. Bu kapsamda risk faktörlerine ilişkin hesaplanan düzeltilmiş ağırlıklı ortalama değerleri sırasıyla aşağıda yer verildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$Y_{izw} = \frac{1}{z_{i\Sigma}^{(12)}} \sum_{j=1}^{J} \left(X_{ijw} - E_j^{(2)} \right) z_{ij}^{(12)}$$

$$Y_{1zw} = \frac{39{,}27}{0{,}1672} = 234{,}83$$

$$Y_{zjw} = \frac{1}{z_{\Sigma j}^{(12)}} \sum_{i=1}^{I} \left(X_{ijw} - E_i^{(1)} \right) z_{ij}^{(12)}$$

$$Y_{z1w} = \frac{32{,}60}{0{,}1784} = 182{,}75$$

olarak hesaplanmaktadır. Yapılan hesaplamalar sonrasında i=1 ve j=1 için bir sonraki döneme ilişkin kredibilite kestirimi,

$$X_{ij} = m + z_{ij}^{(12)} \left(X_{ijw} - m \right) + \left(1 - z_{ij}^{(12)} \right) z_i^{(1)} (Y_{izw} - m) + \left(1 - z_{ij}^{(12)} \right) z_j^{(2)} \left(Y_{zjw} - m \right)$$

$$X_{1,1} = 242{,}36 + 0{,}0540(180{,}39 - 242{,}36) + (1 - 0{,}0540)\ 0{,}8108\ (234{,}83 - 242{,}36) + (1 - 0{,}0540)\ 0{,}9258\ (182{,}75 - 242{,}36)$$

$$= 181{,}02$$

olarak hesaplanmaktadır. Diğer risk faktör düzeyleri için de benzer hesaplamalar yapıldığında çizelge 3.7'de yer verilen kestirim değerleri elde edilmektedir.

Çizelge 3.7. Kredibilite kestirim değerleri

Medeni Durum (i)	Çalışma Süresi (j)		
	< 2	2 – 10	> 10
Bekar (i=1)	181,02	238,05	277,31
Boşanmış (i=2)	172,76	229,60	268,91
Diğer (i=3)	224,87	281,45	325,33

Çizelge 3.7 değerlendirildiğinde, birinci risk faktörü için medeni durumu diğer olan bireylerin bir sonraki dönem takibe düşen kredi tutarlarına ilişkin prim değerlerinin yüksek olduğu görülmektedir. Çalışma süresi olarak ifade edilen ikinci risk faktörü için ise çalışma süresi 10 yıldan fazla olan bireylerin prim değerlerinin daha yüksek olduğu söylenebilmektedir.

Risk faktörleri birlikte değerlendirildiğinde, medeni durumu diğer ve çalışma süresi 10 yıldan fazla olan bireylere ilişkin prim değerinin daha yüksek olduğu, medeni durumu bekar ve çalışma süresi 2 yıldan az olan bireylere ilişkin prim değerinin ise daha düşük olduğu belirlenmektedir.

Bu açıdan bireylerin çalışma süresi arttıkça kredi çekme potansiyellerinin arttığı ve buna bağlı olarak da ödeyemedikleri kredi tutarlarının artmakta olduğu, medeni durumun da ödenemeyen kredi tutarları üzerinde etkili olduğu ve medeni durumu diğer olan bireylerin daha riskli olduğu yönünde bir değerlendirme yapılabilmektedir.

4. İKİ YÖNLÜ HİYERARŞİK ÇAPRAZ SINIFLAMA KREDİBİLTE MODELİ

Önceki bölümlerde ifade edildiği üzere hiyerarşik kredibilite modeli büyük ölçekli ve heterojen portföylerde, portföyün homojen alt gruplara ayrıştırılması suretiyle prim hesaplamaya olanak sağlarken, çapraz sınıflama modeli risk faktörlerinin etkisini modele dahil etmek için kullanılmaktadır. Ancak bazı durumlarda büyük ölçekli ve hererojen portföylerde risk faktörlerinin etkisinin modele dahil edilmesi gerekebilmektedir. Söz konusu durumlarda risk faktörlerinin etkisinin modele dahil edilmesi yapılacak kestirimlerde daha kapsamlı ve tutarlı sonuçların elde edilmesi bakımından önemli olmaktadır. Ancak literatürde büyük ölçekli ve heterojen portföylerde risk faktörlerinin etkisinin modele dahil edilmesine olanak sağlayan bir kredibilite modeli bulunmamaktadır. Literatürdeki bu eksikliği gidermek adına bu bölümde iki yönlü hiyerarşik çapraz sınıflama kredibilite modeli olarak isimlendirilen yeni hirbit bir model önerisinde bulunulmaktadır.

Önerilen iki yönlü hiyerarşik çapraz sınıflama kredibilite modeli, hiyerarşik kredibilite modeli ile çapraz sınıflama kredibilite modelinin birlikte kullanıldığı hibrit bir modeldir. Söz konusu model için düzey sayısı modelin yönünü belirlemektedir. Bahsi geçen model iki yönlü olarak ifade edildiğinden modeldeki düzey sayısı da iki olmaktadır. Düzeyden kasıt ise modelin hiyerarşik olarak iki alt gruba ayrılması ve gruplarda iki farklı risk faktörünün bulunmasıdır.

İki yönlü hiyerarşik çapraz sınıflama kredibilite modeli büyük ve heterojen portföylerde etkisi araştırılmak istenen risk faktörlerinin hem ayrı hem de birlikte etkisinin modele dahil edilmesinin gerekli olduğu durumlarda kullanılabilmektedir. Model öncelikli olarak hiyerarşik kredibilite modelinde olduğu gibi ağaç benzeri diyagramlar şeklinde homojen alt gruplara ayrılmakta ve en alt grupta çapraz sınıflama modelinde olduğu gibi belirlenen risk faktörlerinin ayrı ve birlikte etkisi göz önünde bulundurularak prim değeri hesaplanmaktadır.

4.1. İki Yönlü Hiyerarşik Çapraz Sınıflama Kredibilite Modeliyle Kredibilite Kestirimi

İki yönlü hiyerarşik çapraz sınıflama modelinde düzey sayısı iki olduğundan portföy benzer özellikler gösteren homojen iki alt gruba ayrılmakta ve en alt düzeyde yer alan grupta etkisi araştırılmak istenen iki farklı risk faktörü üzerinden kredibilite kestirimi yapılmaktadır.

Bu açıdan öncelikli olarak homojen alt gruplarda belirlenen risk faktörleri için kredibilite kestirimi yapılmaktadır. Risk faktörleri için kredibilite kestirimi iki yönlü çapraz sınıflama kredibilite modeliyle hesaplanmaktadır. Risk faktörleri için yapılacak kestirimlerde hesaplanması gerekli olan temel parametre değerlerine aşağıda yer verilmektedir.

$$m = X_{www} = \frac{1}{w_{\Sigma\Sigma\Sigma}} \sum_{i=1}^{I} \sum_{j=1}^{J} X_{ijw} w_{ij\Sigma} \tag{4.1}$$

$$\hat{s}^2 = \frac{1}{\sum_{i=1}^{I} \sum_{j=1}^{J} (T_{ij} - 1)_+} \sum_{i=1}^{I} \sum_{j=1}^{J} \sum_{t=1}^{Tij} (X_{ijt} - X_{ijw})^2 w_{ijt} \tag{4.2}$$

$$w_{ij\Sigma} = \sum_{t=1}^{T_{ij}} w_{ijt}, \qquad w_{\Sigma\Sigma\Sigma} = \sum_{i=1}^{I} \sum_{j=1}^{J} \sum_{t=1}^{T_{ij}} w_{ijt} \tag{4.3}$$

Burada,

m: Homojen alt gruplar için kolektif ortalamayı,

$w_{ij\Sigma}$: Homojen alt gruplara birinci risk faktörünün i. ve ikinci risk faktörünün j. düzeyine ilişkin toplam ağırlığı,

$w_{\Sigma\Sigma\Sigma}$: Homojen alt gruplara ilişkin toplam ağırlığı,

ifade etmektedir. Risk faktör düzeylerine ilişkin ağırlıklı ortalamalar ise Eş. 4.4'te verildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$X_{ijw} = \frac{1}{w_{ij\Sigma}} \sum_{t=1}^{T_{ij}} X_{ijt} w_{ijt} \tag{4.4}$$

Burada,

X_{ijt}: Homojen alt grupta birinci risk faktörünün i. düzeyi ile ikinci risk faktörünün j. düzeyinde t zaman zarfında oluşan hasar miktarını,

X_{ijw}: Homojen alt grupta birinci risk faktörünün i. düzeyi ile ikinci risk faktörünün j. düzeyine ilişkin ağırlıklı ortalamayı,

ifade etmektedir.

Risk faktörlerine ilişkin varyans bileşenleri Eş. 4.5-4.7'de verilen denklem sistemlerinin çözümü sonrası elde edilmektedir.

$$E\left[\sum_{i=1}^{I}\frac{1}{I}\left(\frac{1}{w_{i\Sigma\Sigma}}\sum_{j=1}^{j}\left(X_{ijw}-X_{iww}\right)^2 w_{ij\Sigma}-\frac{s^2(J-1)}{w_{i\Sigma\Sigma}}\right)\right] = \left(b^{(2)}+b^{(12)}\right)\left(1-\frac{1}{I}\sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}\left(\frac{w_{ij\Sigma}}{w_{i\Sigma\Sigma}}\right)^2\right) \tag{4.5}$$

$$E\left[\sum_{j=1}^{J}\frac{1}{J}\left(\frac{1}{w_{i\Sigma\Sigma}}\sum_{i=1}^{I}\left(X_{ijw}-X_{wjw}\right)^2 w_{ij\Sigma}-\frac{s^2(I-1)}{w_{\Sigma j\Sigma}}\right)\right] = \left(b^{(1)}+b^{(12)}\right)\left(1-\frac{1}{J}\sum_{j=1}^{J}\sum_{i=1}^{I}\left(\frac{w_{ij\Sigma}}{w_{\Sigma j\Sigma}}\right)^2\right) \tag{4.6}$$

$$E\left[\sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}\left(\frac{w_{ij\Sigma}}{w_{i\Sigma\Sigma}}\left(X_{ijw}-X_{wjw}\right)^2-\frac{s^2(IJ-1)}{w_{\Sigma\Sigma\Sigma}}\right)\right] = b^{(1)}\left[1-\sum_{i=1}^{I}\left[\frac{w_{i\Sigma\Sigma}}{w_{\Sigma\Sigma\Sigma}}\right]^2\right]+b^{(2)}\left[1-\sum_{j=1}^{J}\left[\frac{w_{\Sigma j\Sigma}}{w_{\Sigma\Sigma\Sigma}}\right]^2\right] + b^{(12)}\left[1-\sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}\left[\frac{w_{ij\Sigma}}{w_{\Sigma\Sigma\Sigma}}\right]^2\right] \tag{4.7}$$

Elde edilen varyans değerleri yardımıyla risk faktörlerine ve faktör düzeylerine ilişkin kredibilite faktör değerleri Eş.4.8-4.10'da gösterildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$z_{ij}^{(12)} = \frac{b^{(12)}w_{ij\Sigma}}{b^{(12)}w_{ij\Sigma}+s^2} \tag{4.8}$$

$$z_i^{(1)} = \frac{b^{(1)} z_{i\Sigma}^{(12)}}{b^{(1)} z_{i\Sigma}^{(12)} + b^{(12)}} \tag{4.9}$$

$$z_j^{(2)} = \frac{b^{(2)} z_{\Sigma j}^{(12)}}{b^{(2)} z_{\Sigma j}^{(12)} + b^{(12)}} \tag{4.10}$$

Kredibilite faktör değerleri yardımıyla elde edilen E-bileşenlerine ilişkin hesaplamalar Eş. 4.11-4.13'te gösterilmektedir.

$$E_i^{(1)} = z_i^{(1)} \left(\frac{1}{z_{i\Sigma}^{(12)}} \sum_{j=1}^{J} \left(X_{ijw} - E_j^{(2)} \right) z_{ij}^{(12)} - m \right) \tag{4.11}$$

$$E_j^{(2)} = z_j^{(2)} \left(\frac{1}{z_{\Sigma j}^{(12)}} \sum_{i=1}^{I} \left(X_{ijw} - E_i^{(1)} \right) z_{ij}^{(12)} - m \right) \tag{4.12}$$

$$E_{ij} = z_{ij}^{(12)} \left(X_{ijw} - m - E_i^{(1)} - E_j^{(2)} \right) \tag{4.13}$$

Prim hesabında risk faktörlerinin etkisinin modele dahil edilmesini sağlamak amacıyla kullanılan düzeltilmiş ağırlıklı ortalama değerleri Eş. 4.14-4.15'te yer verildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$Y_{izw} = \frac{1}{z_{i\Sigma}} \sum_{j=1}^{J} \left(X_{ijw} - E_j^{(2)} \right) z_{ij} \tag{4.14}$$

$$Y_{zjw} = \frac{1}{z_{\Sigma j}} \sum_{i=1}^{I} \left(X_{ijw} - E_i^{(1)} \right) z_{ij} \tag{4.15}$$

Son olarak homojen alt gruplar için risk faktörlerine yönelik kredibilite kestirimi homojen olmayan tahmin edicilerle Eş. 4.16'da gösterildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$\begin{aligned} X_{ijc} = m + z_{ij}\left(X_{ijw} - m\right) + \left(1 - z_{ij}\right) z_i^{(1)} (Y_{izw} - m) \\ + \left(1 - z_{ij}\right) z_j^{(2)} \left(Y_{zjw} - m\right) \end{aligned} \tag{4.16}$$

İkinci aşamada gruplarda risk faktörleri için çapraz sınıflama modeliyle hesaplanan prim değerlerinin ağırlıklı ortalamaları üzerinden tüm hiyerarşik düzeyler için kredibilite kestirimi yapılmaktadır. Böylelikle hiyerarşik düzeyler için yapılan kestirimlerde risk faktörlerinin etkisi de dahil edilmiş olmaktadır. Bu nedenle öncelikli olarak risk faktörleri için elde edilen kestirimlerin ağırlıklı ortalamaları üzerinden tüm portföy için kolektif ortalama Eş. 4.17'deki gibi hesaplanmaktadır.

$$m_{ch} = E\left[X_{pkw}\right] \tag{4.17}$$

İki yönlü hiyerarşik çapraz sınıflama kredibilite modelinde iki düzeyli hiyerarşik yapı bulunmaktadır. Söz konusu hiyerarşik yapıları sektör ve grup olarak tanımladığımız için burada da ilk düzey sektör ve ikinci düzey grup olarak nitelendirilmektedir. Bu bağlamda sektörlere bağlı gruplar için ağırlıklı ortalamalar Eş. 4.18'de verildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$X_{pw} = \sum_{k=1}^{K} \frac{w_{pk\Sigma}}{w_{p\Sigma\Sigma}} X_{pkw} \tag{4.18}$$

$$X_{pkw} = \sum_{j=1}^{J} \sum_{i=1}^{I} \frac{w_{ij\Sigma}}{w_{\Sigma\Sigma\Sigma}} X_{ijc} \tag{4.19}$$

Burada,

X_{pkw}: p. sektöre bağlı k. grupta risk faktörlerine ilişkin hesaplanan kredibilite kestirimlerinin ağırlıklı ortalamasını,

X_{pw}: p. sektöre ilişkin ağırlıklı ortalamayı,

ifade etmektedir. Sektörlere ve sektörlere bağlı gruplara ilişkin ağırlıklar Eş. 4.20'de yer verildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$w_{p\Sigma\Sigma} = \sum_{p=1}^{p} w_{pk\Sigma} = \sum_{k=1}^{K} w_{ij\Sigma} = \sum_{j=1}^{J} \sum_{i=1}^{I} w_{ij} \tag{4.20}$$

Burada,

w_{ij}: p. sektöre bağlı k. grupta birinci risk faktörünün i. düzeyi ile ikinci risk faktörünün j. düzeyine ilişkin ağırlığı,

$w_{ij\Sigma}$: p. sektöre bağlı k. grupta risk faktör düzeylerine ilişkin toplam ağırlığı,

$w_{pk\Sigma}$: p. sektör ve k. grup için toplam ağırlığı,

$w_{p\Sigma\Sigma}$: p. sektör için toplam ağırlığı,

ifade etmektedir. İki yönlü çapraz sınıflama modeliyle elde edilen prim değerleri üzerinden portföye ilişkin varyans değeri Eş. 4.21'de verildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$s_{ch}^2 = w_{pk\Sigma}\, Var\left[E_{pkw}\right] \tag{4.21}$$

Sektör ve gruplar için varyans değerleri sırasıyla Eş. 4.22-4.23'deki gibi hesaplanmaktadır.

$$b_{ch} = Var\left[E_p\right] \tag{4.22}$$

$$\alpha_{ch} = Var\left[E_{pk}\right] \tag{4.23}$$

Sektör ve gruplara ilişkin varyans değerleri kullanılarak hesaplanan kredibilite faktör değerleri Eş.4.24'te gösterilmektedir.

$$z_{pk} = \frac{\alpha_{ch}\, w_{pk\Sigma}}{\alpha_{ch}\, w_{pk\Sigma} + s_{ch}^2}\ , \qquad z_p = \frac{b_{ch} z_{p\Sigma}}{b_{ch} z_{p\Sigma} + \alpha_{ch}} \tag{4.24}$$

Burada,

z_{pk} : p. sektöre bağlı k. grup için hesaplanan kredibilite faktör değerini,

z_p : p. sektör için hesaplanan kredibilite faktör değerini,

ifade etmektedir. Sektörler için gruplara ilişkin kredibilite faktör değerleriyle ağırlıklandırılan ağırlıklı ortalama Eş. 4.25'deki gibi hesaplanmaktadır.

$$X_{pzw} = \sum_{k=1}^{K_p} \frac{z_{pk}}{z_{p\Sigma}} X_{pkw} \tag{4.25}$$

Burada,

X_{pzw}: p. sektöre bağlı grupların kredibilite faktör değeriyle ağırlıklandırılması sonucu p. sektör için elde edilen ağırlıklı ortalamayı,

ifade etmektedir. Tüm portföy için sektörlere ilişkin kredibilite faktör değeriyle ağırlıklandırılan ağırlıklı ortalama Eş. 4.26'da verildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$X_{zzw} = \sum_{p=1}^{P} \frac{z_p}{z_\Sigma} X_{pzw} \tag{4.26}$$

Yapılan hesaplamalar sonrasında iki yönlü hiyerarşik çapraz sınıflama kredibilite modeliyle sektörler ve sektörlere bağlı gruplar için elde edilen prim değerleri sırasıyla Eş. 4.27-4.28'deki gibi hesaplanmaktadır.

$$\left(m + E_p\right) = z_p X_{pzw} + \left(1 - z_p\right)\ m \tag{4.27}$$

$$\left(m + E_p + E_{pk}\right) = z_{pk} X_{pkw} + \left(1 - z_{pk}\right)\left\{z_p\, X_{pzw} + \left(1 - z_p\right) m\right\} \tag{4.28}$$

Burada m = X_{zzw} olduğu durum için tahmin edicilerin sapmasız olduğu aksi takdirde tahmin edicilerin sapmalı olduğu söylenebilmektedir.

5. UYGULAMA

Uygulama, önerilen iki yönlü hiyerarşik çapraz sınıflama kredibilite modelinin kredi sigortalarında kullanılması üzerinedir. Kredi sigortası olarak ifade edilen terim bankalardan çekilen kredilerin ödenememesi duruma karşılık kredi borcunun teminat altına alınarak sigorta şirketleri aracılığıyla ödenmesi olarak tanımlanabilmektedir.

Bu açıdan uygulamada takipteki kredi tutarları kullanılmaktadır. Takipteki kredi tutarlarına ilişkin veriler Bankacılık Düzeleme ve Denetleme Kurumunun internet sitesinde üçer aylık periyodlarla kamuoyu ile paylaşılan Fintürk-İllere Göre Seçilmiş Bankacılık Sektörü sekmesinden alınmıştır (*https://www.bddk.org.tr/BultenAylik/en*). İlgili sekmede takipteki kredi tutarlarının toplam değerleri bölge ve il düzeyinde yayınlanmakta olup söz konusu takibe düşen kredilere ilişkin ağırlık bilgisi yani kişi sayısı bulunmamaktadır. Bu nedenle veri çekilen her bir döneme ilişkin ağırlık değeri (w_{ij}) 1 alınmıştır. Uygulamada 2019/03-2023-12 dönemine ilişkin veriler kullanılarak Türkiye'de yer alan bölgeler ve bölgelere bağlı iller için bir sonraki dönem takipteki kredi tutarlarına ilişkin prim değeri hesaplanmaktadır. Bu bağlamda uygulamada bölgeler ve bölgelere bağlı iller olmak üzere iki aşamalı hiyerarşik yapı kullanılmaktadır.

Türkiye'de bölgeler, 22.09.2002 tarih 24884 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan 2002/4720 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı uyarınca İstatistiki Bölge Birimleri Sınıflamasına göre İstanbul, Batı Marmara, Ege, Doğu Marmara, Batı Anadolu, Akdeniz, Orta Anadolu, Batı Karadeniz, Doğu Karadeniz, Kuzeydoğu Anadolu, Ortadoğu Anadolu ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinden oluşmaktadır.

Bölgelere bağlı illerin belirlenmesinde, düzey iki istatistiki bölge birimleri sınıflaması dikkate alınmıştır. Düzey iki istatistiki bölge birimleri sınıflamasında, bölgelere bağlı iller ekonomik, sosyal ve coğrafi benzerlik ile bölgesel kalkınma planları ve nüfus büyüklükleri dikkate alınarak gruplandırılmaktadır.

Uygulamada takipteki kredi türü ve banka türü olmak üzere iki farklı risk faktörü kullanılmaktadır. Kredi türü olarak ifade edilen birinci risk faktörü (i) kendi içinde taşıt, konut ve tüketici kredisi olmak üzere alt kategorilere ayrılırken ikinci risk faktörü olan banka

türü kendi içinde Kamusal Sermayeli, Yabancı Sermayeli ve Özel Sermayeli Bankalar olmak üzere alt kategorilere ayrılmaktadır.

Uygulamada öncelikli olarak bölgelere bağlı illerde belirlenen risk faktörlerine yönelik prim değeri hesaplanmaktadır. İkinci aşamada risk faktörlerine yönelik hesaplanan prim değerlerinden yola çıkılarak il ve bölge düzeyi için ayrı ayrı prim değerleri hesaplanmaktadır. Böylece Türkiye'deki bölgeler ve bölgelere bağlı iller için bir sonraki dönem takipteki kredi tutarına ilişkin prim değeri hesaplanırken risk faktörlerinin etkisi de dikkate alınmış olmaktadır.

5.1. Uygulamada Kullanılan Bazı Kavramlara İlişkin Açıklamalar

Uygulama takipteki kredi tutarlarına ilişkin prim değerinin hesaplanmasına yönelik olduğundan uygulamada bankacılık sektörüne yönelik birçok kavram bulunmaktadır. Uygulamanın daha net anlaşılması adına bahse konu kavramlara ilişkin tanımlamalara aşağıda yer verilmektedir.

İstatistiki Bölge Birimleri Sınıflaması: Bölgesel istatistiklerin toplanması, geliştirilmesi, bölgelerin sosyo-ekonomik analizlerinin yapılması, bölgesel politikaların çerçevelerinin belirlenmesi ve Avrupa Birliği Bölgesel İstatistik Sistemine uygun karşılaştırılabilir istatistiki veri tabanı oluşturulması amacıyla kullanılan sınıflama sistemidir.

Düzey İki İstatistiki Bölge Birimleri Sınıflaması: Ekonomik, sosyal ve coğrafi yönden benzerlik gösteren komşu illerin bölgesel kalkınma planları ve nüfus büyüklükleri dikkate alınarak gruplandırılmak suretiyle oluşturulan hiyerarşik istatistiki bölge birimleri sınıflamasıdır.

Banka Türleri: 5411 sayılı Bankacılık Kanunu'nun 3. Maddesine istinaden bankalar, mevduat bankaları, kalkınma ve yatırım bankaları ile katılım bankalarından oluşmaktadır.

Mevduat Bankası: 5411 sayılı Kanuna göre kendi nam ve hesabına mevduat kabul etmek ve kredi kullandırmak esas olmak üzere faaliyet gösteren kuruluşlar ile yurt dışında kurulu bu nitelikteki kuruluşların Türkiye'deki şubelerini kapsamaktadır. Mevduat bankaları sermaye kaynaklarına göre; kamusal sermayeli, özel sermayeli, Tasarruf Mevduatı Sigorta Fonu (TMSF) bünyesinde, yabancı sermayeli ve Türkiye'de şubesi olan mevduat bankalarından

oluşmaktadır. Bahse konu banka türleri bünyesinde faaliyet gösteren bankalara aşağıda yer verilmektedir:

- Kamusal Sermayeli Mevduat Bankaları: Halkbak, Vakıfbank ve Ziraat Bankası.
- Özel Sermayeli Mevduat Bankaları: Akbank, Anadolubank, Türkiye İş Bankası vb.
- TMSF Bünyesindeki Mevduat Bankaları: Adabank, Birleşik Fon Bankası.
- Yabancı Sermayeli Mevduat Bankaları: Alternatifbank, Denizbank, HSBC vb.
- Türkiyede Şubesi olan Mevduat Bankaları: Bank Mellat, Habib Bank vb. (www.tbb.org.tr).

Katılım Bankası: 5411 sayılı Kanuna göre özel cari ve katılma hesapları yoluyla fon toplamak ve kredi kullandırmak esas olmak üzere faaliyet gösteren kuruluşlar ile yurt dışında kurulu bu nitelikteki kuruluşların Türkiye'deki şubelerini kapsamaktadır. Katılım bankaları sermaye kaynaklarına göre; kamusal sermeyeli ve yabancı sermayeli katılım bankalarından oluşmaktadır. İlgili banka türleri kapsamında faaliyet gösteren bankalar aşağıda belirtilmektedir:

- Kamusal Sermayeli Katılım Bankaları: Türkiye Emlak Katılım Bankası, Vakıf Katılım Bankası, Ziraat Katılım Bankası.
- Yabancı Sermayeli Katılım Bankaları: Albaraka Türk, Kuveyt Türk ve Türkiye Finans Katılım Bankası, (www.tbb.org.tr).

Kalkınma ve Yatırım Bankası: 5411 sayılı Kanuna göre mevduat veya katılım fonu kabul etme dışında; kredi kullandırmak esas olmak üzere faaliyet gösteren ve/veya özel kanunlarla kendilerine verilen görevleri yerine getiren kuruluşlar ile yurt dışında kurulu bu nitelikteki kuruluşların Türkiye'deki şubelerini kapsamaktadır. Kalkınma ve yatırım bankaları sermaye kaynaklarına göre; kamusal sermayeli, özel sermayeli ve yabancı sermayeli bankalardan oluşmaktadır. Söz konusu banka türleri içinde gösterilen bankalar aşağıdaki gibidir:

- Kamusal Sermayeli Kalkınma ve Yatırım Bankaları; İller Bankası, Türk Eximbank ve Türkiye Kalkınma Bankası.
- Özel Sermayeli Kalkınma ve Yatırım Bankaları: Aktif Yatırım Bankası, Destek Yatırım Bankası, Nurol Yatırım Bankası vb.

- Yabancı Sermayeli Kalkınma ve Yatırım Bankaları: Bankpozitif, Bank of America vb. (www.tbb.org.tr).

5.2. İki Yönlü Çapraz Sınıflama Modelinin R Uygulaması

Önerilen iki yönlü hiyerarşik çapraz sınıflama kredibilite modeli iki yönlü çapraz sınıflama modeliyle iki yönlü hiyerarşik kredibilite modelini birlikte kullanan hibrit bir modeldir. Söz konusu modelde risk faktörlerine ilişkin prim değerinin hesaplanmasında çapraz sınıflama modeli kullanılmaktadır. Ancak çapraz sınıflama modelinde varyans bileşenlerinin elde edilmesinde ve lineer denklem sistemlerinin çözümününde matris hesaplamaları kullanılmaktadır. Söz konusu hesaplamaların karmaşık yapıda olması kredibilite kestiriminin hatalı hesaplanmasına neden olabilmektedir. Bu nedenle iki yönlü çapraz sınıflama modelinin uygulamada kullanılabilirliğini artırmak ve primin kolaylıkla hesaplanabilmesi amacıyla "cccm" paket programı geliştirilmiş ve R programı arşiv ağına eklenmiştir (https://cran.r-project.org/web/packages/cccm/index.html).

Geliştirilen "cccm" paket programında hazır veri seti kullanılmış olup ilgili veri setine ilişkin detaylara aşağıda yer verilmektedir:

debt data

cccm paketi için önceden tanımlanmış veri setini ifade etmektedir. Veri seti Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurulunun internet sitesinde kamuoyu ile paylaştığı Fintürk-İllere Göre Seçilmiş Bankacılık Sektörü Verilerinden alınmıştır (*https://www.bddk.org.tr/BultenAylik/en*). Veri seti 106 satır ve banka türü (bank), kredi türü (loan), ağırlık (weights) ve borç (debt) olmak üzere 4 sütundan oluşmaktadır. Veri setinde banka türü ve kredi türü olmak üzere iki farklı risk faktörü bulunmaktadır. Banka türü olarak belirtilen birinci risk faktörü kamu bankası (state bank), mevduat bankası (deposit bank), yabancı bankalar (foreign bank) ve yerli özel bankalar (privately owned deposit banks) olmak üzere alt kategorilere ayrılırken ikicin risk faktörü olarak ifade edilen kredi türü taşıt kredisi (vehicle), ev kredisi (home) ve tüketici kredisi (consumer) olmak üzere alt kategorilere ayrılmaktadır. Ağırlık ve borç sütunları ise söz konusu risk faktör düzeylerine yönelik elde edilen nicel verilerden oluşmaktadır.

Veri setine ilişkin belirlenen özellikler şekil 5.1'de özetlenmektedir.

```
> raw_data <- debt
> categorical_columns <- c(1,2)
> weights_column <- 3
> debt_column <- 4
```

Şekil 5.1. Pakette yer alan veri setine ilişkin özellikler

Belirlenen özelliklere göre debt data veri setinin ilk 6 satırına ilişkin değerler şekil 5.2'deki gibi gösterilmektedir.

```
> install.package("cccm")
> library(cccm)
> head(debt)

      bank   loan       weights debt
1     state  vehicle       1    7675
2     state  vehicle       1    7282
3     state  vehicle       1    7137
4     state  vehicle       1    6917
5     state  vehicle       1    6113
6     state  vehicle       1    613
```

Şekil 5.2. Debt data verisine ilişkin değerler

"cccm" R paketinde 15 fonksiyon kullanılmakta olup söz konusu fonksiyonlardan 7'si kullanıcıların erişimine açıktır. Diğer fonksiyonlar algoritmanın gerekliliklerinin sağlanması adına oluşturulmuştur. Kullanıcıların erişimine açık olan fonksiyonlara ve ilgili fonksiyonların veri seti üzerinde uygulanmasıyla elde edilen sonuçlara aşağıda yer verilmektedir.

calculate_generalMean(): Portföye ilişkin kolektif ortalamayı hesaplamak için kullanılan bir fonksiyondur. Veri setinde ilgili fonksiyon kullanıldığında kolektif ortalama şekil 5.3'teki gibi elde edilmektedir.

```
> calculate_generalMean(raw_data, categorical_columns, weights_column, debt_column)

[1] 189659.1
```

Şekil 5.3. Kolektif ortalama

calculate_variance_and_std(): Portföye ilişkin varyans ve standart sapma değerlerinin hesaplanmasını sağlayan bir fonksiyondur. Söz konusu fonksiyon veri setinde

kullanıldığında portföye ilişkin varyans ve standart sapma değerleri şekil 5.4'deki gibi hesaplanmaktadır.

```
> calculate_variance_and_std(raw_data, categorical_columns, weights_column, debt_column)

   variance         std
471102729.8     21704.9
```

Şekil 5.4. Veri setine ilişkin hesaplanan varyans ve standart sapma değerleri

calculate_group_averages_matrix(): Risk faktör düzeylerine yönelik ağırlıklı ortalamaların hesaplanması için kullanılan bir fonksiyondur. İlgili fonksiyon kullanıldığında veri setinde yer alan risk faktör düzeylerine yönelik hesaplanan ağırlıklı ortalamalar şekil 5.5'de yer almaktadır.

```
> calculate_group_averages_matrix(raw_data, categorical_columns, weights_column,
debt_column)

          vehicle    home    consumer
state    6878.000  49724.29  375082.2
deposit 15651.300 125006.11 1088595.8
foreign  5911.833  54155.80  401841.0
local    5308.600  27815.88  328362.9
```

Şekil 5.5. Risk faktör düzeylerine ilişkin hesaplanan ağırlıklı ortalamalar

calculate_obs_and_group_weights(): Risk faktörlerinin satır ve sütun sonlarındaki ağırlıklı ortalamalarını hesaplamak için kullanılan bir fonksiyondur. Başka bir ifadeyle risk faktörlerine ilişkin ağırlıklı ortalamaların hesaplanması için kullanılmaktadır.

calculate_weights_of_obs_matrix(): Risk faktör düzeylerine ilişkin toplam ağırlıkların hesaplanması için kullanılan bir fonksiyondur. İlgili fonksiyonun veri setinde kullanılması sonucu şekil 5.6'da gösterilen ağırlıklar elde edilmektedir.

```
> calculate_weights_of_obs_matrix(raw_data, categorical_columns, weights_column,
debt_column)
        vehicle  home   consumer
state         8    7         6
deposit      10    9         8
foreign      12   10         9
local        10    8         9
```

Şekil 5.6. Risk faktör düzeylerine ilişkin hesaplanan toplam ağırlık değerleri

calculate_varianceComponents(): Risk faktörlerine ilişkin varyans değerlerinin diğer bir ifadeyle varyans bileşenlerinin hesaplanmasını sağlayan bir fonksiyondur. Söz konusu fonksiyon veri setinde kullanıldığında şekil 5.7'de gösterilen varyans bileşenleri elde edilmektedir.

```
> calculate_varianceComponents(raw_data, categorical_columns, weights_column,
debt_column)

            [,1]
[1,]  2006102779
[2,] 68928817482
[3,] 42516742950
```

Şekil 5.7. Risk faktörlerine ilişkin varyans bileşenleri

estimate_credibility(): Kredibilite kestirimlerine ilave olarak ilgili fonksiyonda belirtilen diğer parametre değerlerinin de hesaplanmasını sağlayan bir fonksiyondur. Söz konusu fonksiyon ile veri setine ilişkin kredibilite faktör değerleri şekil 5.8'de gösterildiği gibi hesaplanmaktadır.

```
> estimate_credibility(raw_data, categorical_columns, weights_column,
debt_column)$credibility_factor_values


          vehicle      home  consumer
state   0.9986169 0.9984196 0.9981567
deposit 0.9988932 0.9987704 0.9986169
foreign 0.9990775 0.9988932 0.9987704
local   0.9988932 0.9986169 0.9987704
```

Şekil 5.8. Risk faktör düzeylerine ilişkin hesaplanan kredibilite faktör değerleri

Bezer şekilde aynı fonksiyon kullanılarak risk faktör düzeylerine ilişkin hesaplanan E bileşenleri şekil 5.9'da gösterildiği gibi hesaplanmaktadır.

```
> estimate_credibility(raw_data, categorical_columns, weights_column,
debt_column)$Eij_values_for_cells
          vehicle      home   consumer
state   -17771.52 -24646.45 -116678.04
deposit -39154.14  20396.57  565661.91
foreign -19983.81 -21470.12  -91262.29
local   -18507.56 -45693.12 -162575.17
```

Şekil 5.9. E bileşenleri

Yine aynı fonksiyon kullanılarak veri seti için hesaplanan kredibilite kestirimleri şekil 5.10'da yer almaktadır.

```
> estimate_credibility(raw_data, categorical_columns, weights_column,
debt_column)$credibility_predictions

          vehicle      home  consumer
state    6905.670  49764.50  375302.6
deposit 15700.172 124985.32 1087819.8
foreign  5932.328  54180.44  401956.7
local    5329.268  27877.36  328563.8
```

Şekil 5.10. Kredibilite kestirimleri

Bununla birlikte kullanıcı çıktıda görmek istediği parametre değerini belirtmek şartıyla *estimate_credibility()* fonksiyonunu kullanarak tüm sonuçları elde edebilmektedir. *estimate_credibility()* fonksiyonu yardımıyla elde edilen tüm sonuçlar şekil 5.11'de gösterilmektedir.

```
> estimate_credibility(raw_data, categorical_columns, weights_column, debt_column)

$general_mean
[1] 189659.1

$variance_and_std
   variance         std
471102729.8     21704.9

$weights_of_obs_matrix
        vehicle home consumer
state         8    7        6
deposit      10    9        8
foreign      12   10        9
local        10    8        9

$group_averages_matrix
          vehicle      home  consumer
state    6878.000  49724.29  375082.2
deposit 15651.300 125006.11 1088595.8
foreign  5911.833  54155.80  401841.0

local    5308.600  27815.88  328362.9
$variance_components
            [,1]
[1,]  2006102779
[2,] 68928817482
[3,] 42516742950
```

Şekil 5.11. Veri setine ilişkin tüm sonuçlar (Altan vd., 2022)

```
$credibility_factor_values
          vehicle      home  consumer
state   0.9986169 0.9984196 0.9981567
deposit 0.9988932 0.9987704 0.9986169
foreign 0.9990775 0.9988932 0.9987704
local   0.9988932 0.9986169 0.9987704

$first_risk_factor_Zi
    state   deposit   foreign     local
0.1238251 0.1238645 0.1238812 0.1238645

$second_risk_factor_Zj
  vehicle      home  consumer
0.8662661 0.8662435 0.8662323

$Eij_values_for_cells
          vehicle      home   consumer
state   -17771.52 -24646.45 -116678.04
deposit -39154.14  20396.57  565661.91
foreign -19983.81 -21470.12  -91262.29
local   -18507.56 -45693.12 -162575.17

$first_risk_factor_Ei
           [,1]
[1,]  -9980.537
[2,]  20194.147
[3,]  -8740.577
[4,] -10818.008

$second_risk_factor_Ej
              [,1]
vehicle  -155004.5
home     -105268.9
consumer  312297.1

$adj_weighted_avg_for_first_risk_factor
         vehicle     home  consumer
state   161658.6 154748.2  62669.35
deposit 170466.9 229991.8 775224.94
foreign 160767.9 159248.2  89433.81
local   160135.6 132900.7  16046.05

$adj_weighted_avg_for_second_risk_factor
          vehicle      home  consumer
state   16835.219  59610.46  384352.9
deposit -4537.818 104683.08 1066923.9
foreign 14638.894  62826.76  410076.7
local   16108.759  38580.45  338763.8

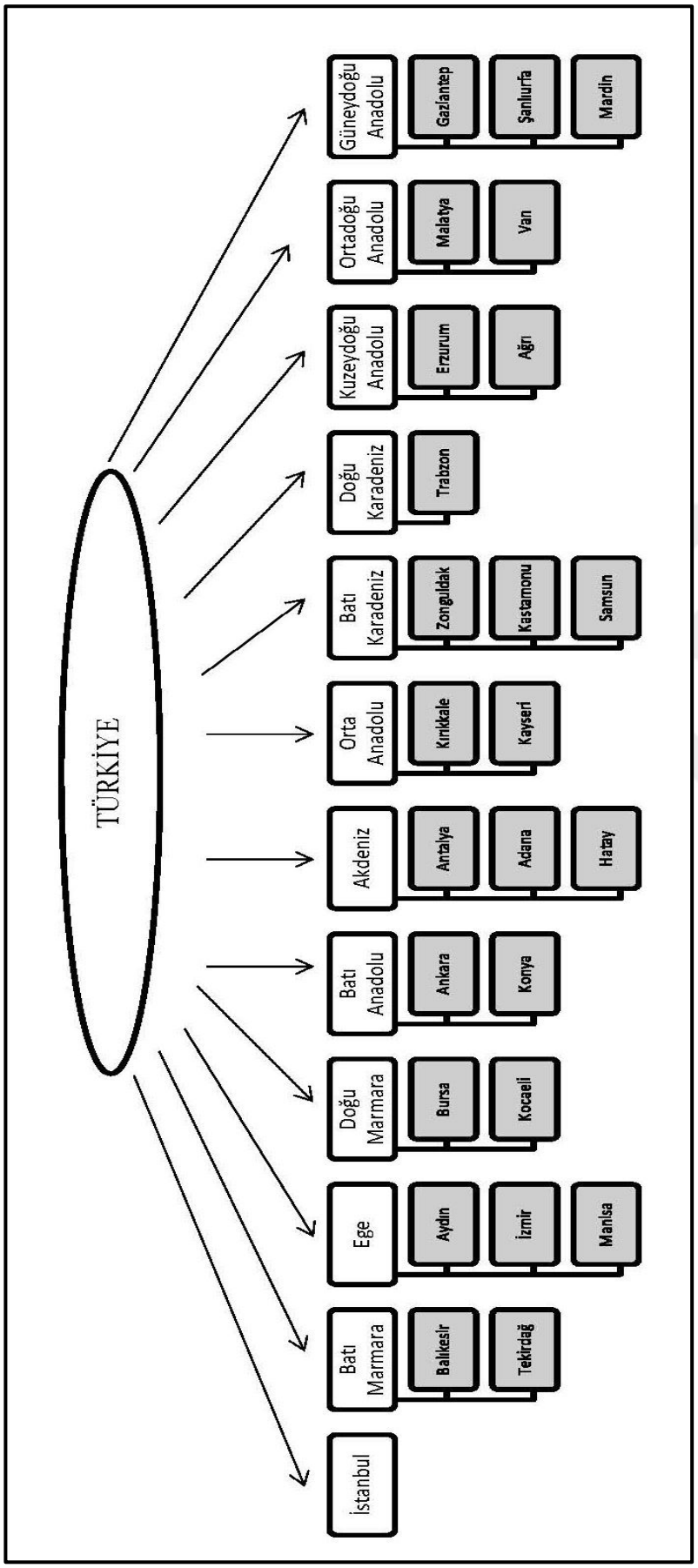
$credibility_predictions
          vehicle      home  consumer
state    6905.670  49764.50  375302.6
deposit 15700.172 124985.32 1087819.8
foreign  5932.328  54180.44  401956.7
local    5329.268  27877.36  328563.8
```

Şekil 5.11. (devam) Veri setine ilişkin tüm sonuçlar

5.3. İki Yönlü Hiyerarşik Çapraz Sınıflama Kredibilite Modeliyle Bölgelere Bağlı İllerde Risk Faktörleri İçin Kredibilite Kestirimi

Uygulama Türkiye'nin takipteki kredi tutarlarına ilişkin prim değerlerinin önerilen iki yönlü hiyerarşik çapraz sınıflama kredibilite modeliyle hesaplanmasına yönelik olduğundan Türkiye ilk olarak istatistiki bölge birimleri sınıflamasına göre bölgeler ve sonrasında düzey iki istatistiki bölge birimleri sınıflamasına göre illerden oluşan homojen alt gruplara ayrıştırılmaktadır. Bu durumda bölgeler ve illerden oluşan iki aşamalı hiyerarşik bir yapı elde edilmiş olmaktadır.

Elde edilen iki aşamalı hiyerarşik yapı şekil 5.12'de gösterildiği gibidir.



Şekil 5.12. Türkiye için bölge ve il düzeyinde elde edilen hiyerarşik yapı

Söz konusu iki aşamalı hiyerarşik yapıda öncelikli olarak illerde takipteki kredi tutarlarına ilişkin belirlenen risk faktörleri için prim değeri hesaplanmaktadır. Söz konusu prim hesabında iki yönlü çapraz sınıflama kredibilite modelinde olduğu gibi kestirim yapılmaktadır. Böylece illerde takipteki kredi tutarı üzerinde etkisi yüksek olan risk faktörü belirlenmiş olmaktadır.

Prim hesabında banka ve kredi türü olmak üzere iki farklı risk faktörü kullanılmaktadır. Banka türü olarak ifade edilen birinci risk faktörü kendi içinde kamusal sermayeli, yabancı sermayeli ve özel sermayeli bankalar olmak üzere alt kategorilere ayrılırken ikinci risk faktörü olarak belirlenen kredi türü ise taşıt, konut ve tüketici olmak üzere alt kategorilerden oluşmaktadır. Bölgelere bağlı illerde belirlenen risk faktörleri için hesaplanan kredibilite kestirimlerine aşağıda yer verilmektedir.

5.3.1. Batı Anadolu Bölgesi

Batı Anadolu Bölgesi, düzey iki istatistiki bölge birimleri sınıflamasına göre Ankara ve Konya'dan oluşmaktadır.

Ankara

Ankara için belirlenen risk faktörlerine yönelik takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları ve ağırlıklar çizelge 5.1 ve 5.2'de yer almaktadır.

Çizelge 5.1. Ankara için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları (X_{ijw})

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Toplam (X_{iww})
Taşıt Kredisi	5.144	4.505	4.970	4.873
Konut Kredisi	37.549	40.038	18.303	31.963
Tüketici Kredisi	404.188	445.109	491.606	446.967
Toplam (X_{WjW})	148.960	163.217	171.626	161.268

Çizelge 5.2. Ankara için ağırlıklar ($w_{ij\Sigma}$)

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Toplam ($w_{i\Sigma\Sigma}$)
Taşıt Kredisi	20	20	20	60
Konut Kredisi	20	20	20	60
Tüketici Kredisi	20	20	20	60
Toplam ($w_{\Sigma j\Sigma}$)	60	60	60	180

Uygulamada 2019-2023 dönemine ilişkin veriler kullanılmış ve her bir döneme ilişkin ağırlık değeri 1 olarak alınmıştır. Dolayısıyla her bir risk faktörü için 20 olmak üzere toplamda 180 gözlem değeri üzerinden hesaplama yapılmaktadır.

Çizelge 5.1'de risk faktörlerine yönelik satır ve sütun sonlarında yer alan ağırlıklı ortalamalar aşağıda gösterildiği gibi hesaplanmaktadır. Örneğin taşıt kredisine ilişkin ağırlıklı ortalama,

$$X_{1ww} = \frac{1}{60}\big((5.144\ x\ 20) + (4.505\ x\ 20) + (4.970\ x\ 20)\big)$$
$$= 4.873$$

olarak hesaplanmaktadır. Diğer risk faktör düzeylerine ilişkin ağırlıklı ortalamalar da benzer şekilde hesaplanabilmektedir. Portföye ilişkin kolektif ortalama ise aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$m = \frac{1}{180}\big((5.144\ x\ 20) + (4.505\ x\ 20) + (4.970\ x\ 20) + (37.549\ x\ 20) + (\dots)$$
$$+ (445.109\ x\ 20) + (491.606\ x\ 20\big)$$
$$= 161.268$$

Ankara için varyans değeri $\hat{s}^2 = 6.083.678.768$ olarak hesaplanmaktadır.

b^1, b^2 ve b^{12} olarak tanımlanan varyans bileşenleri aşağıda yer alan lineer denklem sisteminin çözümü sonrası elde edilmektedir.

$$\begin{pmatrix} 253.800.705 \\ 41.100.725.830 \\ 41.120.655.704 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 & 0{,}6667 & 0{,}6667 \\ 0{,}6667 & 0 & 0{,}6667 \\ 0{,}6667 & 0{,}6667 & 0{,}6667 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} b^{(1)} \\ b^{(2)} \\ b^{(12)} \end{pmatrix}$$

Denklem sistemi çözüldüğünde b^1, b^2 ve b^{12} parametreleri sırasıyla, 61.124.879.373, 145.508.313 ve 526.209.371 olarak hesaplanmaktadır.

Elde edilen varyans bileşenleri kullanılarak hesaplanan kredibilite faktör değerleri çizelge 5.3'te verilmektedir.

Çizelge 5.3. Ankara için kredibilite faktör değerleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$z_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	0,6337	0,6337	0,6337	0,9955
Konut Kredisi	0,6337	0,6337	0,6337	0,9955
Tüketici Kredisi	0,6337	0,6337	0,6337	0,9955
$z_j^{(2)}$	0,3446	0,3446	0,3446	

Kredibilite faktör değerleri ağırlıklar üzerinden hesaplandığı için ve her bir risk faktör düzeyine ilişkin ağırlık değerleri eşit olduğundan kredibilite faktör değerleri de birbirine eşit olmaktadır. Burada birinci risk faktörüne ilişkin kredibilite faktör değerinin ikinci risk faktörüne kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum Ankara için prim hesabında birinci risk faktörüne daha fazla ağırlık verileceği anlamına gelmektedir.

Elde edilen kredibilite faktör değerleri yardımıyla hesaplanan $E_i^{(1)}, E_j^{(2)} ve\ E_{ij}$ bileşenleri çizelge 5.4'te yer almaktadır.

Çizelge 5.4. Ankara için E bileşenleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$E_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	2.412	-1.106	-2.647	-155.690
Konut Kredisi	5.857	2.486	-11.287	-128.722
Tüketici Kredisi	-23.605	-787	26.841	284.412
$E_j^{(2)}$	-4.241	672	3.569	

Çizelge 5.4'te yer alan değerler her bir risk faktör düzeyinin kolektif ortalamadan ne kadar saptığını göstermektedir. Birinci risk faktörüne ilişkin sapmanın ikinci risk faktörüne kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumun başlıca sebebi birinci risk faktörüne ilişkin kredibilite faktör değerinin daha yüksek olmasıdır. Birinci risk faktör düzeyleri içinde en yüksek sapmanın tüketici kredilerinde olduğu görülmektedir. Öte yandan risk faktör düzeylerine ilişkin E_{ij} değerleri incelendiğinde en yüksek sapmanın özel sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerinde olduğu belirlenmektedir.

İki yönlü çapraz sınıflama kredibilite modelinde risk faktörlerinin birlikte etkisini modele dahil etmek için düzeltilmiş ağırlıklı ortalamalar kullanılmaktadır. Ankara için hesaplanan düzeltilmiş ağırlıklı ortalamalar çizelge 5.5'de yer almaktadır.

Çizelge 5.5. Ankara için düzeltilmiş ağırlıklı ortalama değerleri

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Y_{izw}
Taşıt Kredisi	X	X	X	4.873
Konut Kredisi	X	X	X	31.963
Tüketici Kredisi	X	X	X	44.6967
Y_{zjw}	148.960	163.217	171.626	

Çizelge 5.5'te satır sonlarında yer alan değerler birinci risk faktörü için sütun sonlarında yer alan değerler ise ikinci risk faktörü için düzeltilmiş ağırlıklı ortalama değerleri göstermektedir.

Ankara için banka ve kredi türü risk faktörlerine yönelik bir sonraki dönem takipteki kredilere ilişkin hesaplanan prim değerleri çizelge 5.6'da verilmektedir.

Çizelge 5.6. Ankara için kredibilite prim değerleri

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)		
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli
Taşıt Kredisi	3.749	5.144	6.500
Konut Kredisi	34.163	37.540	24.828
Tüketici Kredisi	417.834	445.564	476.090

Çizelge 5.6'da kamusal sermayeli bankalardan çekilen taşıt kredilerine ilişkin prim değeri aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$X_{ij,T_{ij}+1} = m + z_{ij}^{(12)}\left(X_{ijw} - m\right) + \left(1 - z_{ij}^{(12)}\right)z_i^{(1)}(Y_{izw} - m) + \left(1 - z_{ij}^{(12)}\right)z_j^{(2)}\left(Y_{zjw} - m\right)$$

$$X_{1,1} = 161.268 + 0{,}6337\ (5.144 - 161.268) + (1 - 0{,}6337)\ \ 0{,}9955\ (4.873 - 161.268) + (1 - 0{,}6337)\ \ 0{,}3446\ (148.960 - 161.268)$$

$$= 3.749$$

Çizelge 5.6 incelendiğinde birinci risk faktörü için tüketici kredilerinin, ikinci risk faktörü için taşıt ve tüketici kredilerinde özel sermayeli bankaların konut kredilerinde ise yabancı sermayeli bankaların prim değerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Risk faktörleri birlikte değerlendirildiğinde özel sermayeli banklardan çekilen tüketici kredilerinin prim değerinin daha yüksek olduğu belirlenmektedir.

Ankara için prim değerleri çizelge 5.1'de yer verilen ağırlıklı ortalamalar ile karşılaştırıldığında takipteki kredi tutarındaki en büyük artışın özel sermayeli bankalardan çekilen konut kredilerinde olduğu görülmektedir. Bununla birlikte kamusal sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerinin, yabancı sermayeli bankalardan çekilen taşıt ve tüketici kredilerinin son olarak özel sermayeli bankalardan çekilen taşıt ve konut kredilerinin bir sonraki dönem takipteki kredi tutarının artmasının beklendiği söylenebilmektedir.

Konya

Konya için belirlenen risk faktörlerine yönelik takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları ve ağırlıklar çizelge 5.7 ve 5.8'de yer almaktadır.

Çizelge 5.7. Konya için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Toplam (X_{iww})
Taşıt Kredisi	813	961	1.430	1.068
Konut Kredisi	4.413	4.425	4.164	4.334
Tüketici Kredisi	90.259	123.462	133.485	115.735
Toplam (X_{WjW})	31.828	42.949	46.360	40.379

Çizelge 5.8. Konya için ağırlıklar

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Toplam ($w_{i\Sigma\Sigma}$)
Taşıt Kredisi	20	20	20	60
Konut Kredisi	20	20	20	60
Tüketici Kredisi	20	20	20	60
Toplam ($w_{\Sigma j\Sigma}$)	60	60	60	180

Veri çekilen her bir döneme ilişkin ağırlık değeri 1 alındığından ve risk faktör düzeyleri için eşit sayıda veri çekildiğinden ağırlıklar benzerdir. Her bir risk faktörü için 20 olmak üzere toplamda 180 veri üzerinden hesaplama yapılmıştır.

Konya için de benzer hesaplamalar yapılarak varyans bileşenleri, kredibilite faktör değerleri, E bileşenleri ve düzeltilmiş ağırlıklı ortalama değerleri belirlenmiş ve Ek-1'de verilmiştir. Elde edilen değerler üzerinden Konya için risk faktörlerine yönelik hesaplanan kredibilite prim değerleri çizelge 5.9'da verilmektedir.

Çizelge 5.9. Konya için kredibilite prim değerleri

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)		
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli
Taşıt Kredisi	892	1.053	1.469
Konut Kredisi	4.441	4.485	4.270
Tüketici Kredisi	93.543	122.289	130.968

Çizelge 5.9 incelendiğinde kamusal, yabancı ve özel sermayeli bankalardan çekilen taşıt ve konut kredileri için hesaplanan prim değerlerinin ağırlıklı ortalamalara kıyasla daha yüksek olduğu görülmekte ve bu açıdan bahse konu bankalardan çekilen taşıt ve konut kredilerinin

bir sonraki dönem takipteki kredi tutarının arttığı söylenebilmektedir. Tüketici kredileri için genel bir değerlendirme yapılacak olursa kamusal sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerinin bir sonraki dönem takipteki kredi tutarının artması, yabancı ve özel sermayeli bankalardan tüketici kredilerinin ise bir sonraki dönem takipteki kredi tutarının azalması beklenmektedir.

Risk faktörleri ayrı ayrı değerlendirildiğinde kredi türleri içinde tüketici kredilerinin banka türleri içinde ise konut kredileri için yabancı sermayeli bankaların taşıt ve tüketici kredileri için özel sermayeli bankaların prim değerinin daha yüksek olduğu tespit edilmektedir. Bu açıdan bir değerlendirilme yapıldığında kredi türleri içinde tüketici kredilerinin banka türleri içinde ise özel sermayeli bankaların daha riskli olduğu söylenebilmektedir.

5.3.2. İstanbul Bölgesi

İstatistiki bölge birimleri sınıflamasında yer verilen İstanbul Bölgesi düzey iki istatistiki bölge birimleri sınıflamasına göre İstanbul ilinden oluşmaktadır.

İstanbul

İstanbul için belirlen risk faktörlerine yönelik ağırlıklı ortalamalar çizelge 5.10'da yer almaktadır. İstanbul için de diğer tüm bölgelere bağlı illerde kullanılan ağırlıklar kullanıldığından ağırlıklara ayrıca bir çizelgede yer verilmemiştir. Her bir risk faktörü için 20 gözlem değeri olmak üzere toplamda 180 gözlem değeri üzerinden kredibilite prim değeri hesaplanmaktadır.

Çizelge 5.10. İstanbul için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Toplam (X_{iww})
Taşıt Kredisi	9.135	15.495	17.732	14.121
Konut Kredisi	76.774	132.288	96.963	102.008
Tüketici Kredisi	759.672	1.358.789	1.603.831	1.240.764
Toplam (X_{WjW})	281.861	502.191	572.842	452.298

Çizelge 5.10 incelendiğinde birinci risk faktörü için tüketici kredilerine, ikinci risk faktörü için ise özel sermayeli bankalara ilişkin takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamalarının daha yüksek olduğu görülmektedir.

İstanbul için belirlenen risk faktör düzeylerine ilişkin hesaplanan kredibilite faktör değerleri, E bileşenleri ve düzeltilmiş ağırlıklı ortalamalar Ek-2'de verilmektedir.

İstanbul için risk faktörlerine yönelik hesaplanan kredibilite prim değerleri çizelge 5.11'de yer almaktadır.

Çizelge 5.11. İstanbul için kredibilite prim değerleri

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)		
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli
Taşıt Kredisi	9.243	17.034	19.718
Konut Kredisi	77.946	131.719	99.265
Tüketici Kredisi	787.115	1.349.411	1.579.230

İstanbul için kamusal, yabancı ve özel sermayeli bankalardan çekilen taşıt kredilerinin, kamusal ve özel sermayeli bankalardan çekilen konut kredilerinin ve kamusal sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerinin bir sonraki dönem takipteki kredi tutarının arttığı ve bu anlamda takibe düşme risklerinin daha yüksek olduğu değerlendirilmektedir.

Kredi türleri içinde tüketici kredilerinin, banka türleri içinde taşıt ve tüketici kredileri için özel sermayeli bankaların, konut kredisi için yabancı sermayeli bankaların daha yüksek prim değerine sahip olduğu görülmektedir. Risk faktörleri birlikte değerlendirildiğinde en yüksek prim değerinin özel sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerinde olduğu belirlenmektedir.

5.3.3. Batı Marmara Bölgesi

Batı Marmara Bölgesi düzey iki istatistiki bölge birimleri sınıflamasına göre Balıkesir ve Tekirdağ illerinden oluşmaktadır. Batı Marmara bölgesine bağlı illerde belirlenen risk faktörlerine yönelik hesaplanan kredibilite faktör değerleri, E bileşenleri ve düzeltilmiş ağırlıklı ortalamalar Ek-3'te verilen tablolarda gösterilmektedir.

Balıkesir

Balıkesir için risk faktörlerine ilişkin ağırlıklı ortalamalar çizelge 5.12'de yer almaktadır. Diğer bölgelere bağlı illerde olduğu gibi aynı ağırlıklar kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır. Bu nedenler ağırlıklar ayrıca bir çizelgede gösterilmemektedir.

Çizelge 5.12. Balıkesir için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Toplam (X_{iww})
Taşıt Kredisi	307	605	450	454
Konut Kredisi	3.227	1.692	1.634	2.184
Tüketici Kredisi	61.492	56.371	80.748	66.204
Toplam (X_{WjW})	21.675	19.556	27.611	22.947

Balıkesir için kredi türleri içinde tüketici kredilerinin, banka türleri içinde ise özel sermayeli bankaların takipteki kredi tutarlarına ilişkin ağırlıklı ortalamalarının daha yüksek olduğu söylenebilmektedir.

Balıkesir için hesaplanan kredibilite prim değerleri çizelge 5.13'te yer almaktadır.

Çizelge 5.13. Balıkesir için kredibilite prim değerleri

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)		
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli
Taşıt Kredisi	386	583	596
Konut Kredisi	3.036	1.807	1.895
Tüketici Kredisi	62.387	58.367	77.468

Balıkesir için hesaplanan prim değerleri ağırlıklı ortalamalar ile karşılaştırıldığında kamusal ve özel sermayeli bankalardan çekilen taşıt kredilerinin, yabancı ve özel sermayeli bankalardan çekilen konut kredilerinin, kamusal ve yabancı sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerinin takipteki kredi tutarlarının arttığı ve buna bağlı olarak da prim değerlerinin daha yüksek hesaplandığı görülmektedir.

Risk faktörleri ayrı ayrı değerlendirildiğinde kredi türleri içinde tüketici kredilerinin banka türleri içinde özel sermayeli bankaların daha yüksek prim değerine sahip olduğu ve daha

riskli olduğu değerlendirilmektedir. Risk faktörleri birlikte değerlendirildiğinde özel sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerine ilişkin prim değerinin daha yüksek olduğu belirlenmektedir.

Tekirdağ

Tekirdağ için risk faktörlerine ilişkin ağırlıklı ortalamalar çizelge 5.14'te verilmektedir.

Çizelge 5.14. Tekirdağ için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Toplam (X_{iww})
Taşıt Kredisi	476	536	789	600
Konut Kredisi	6.032	5.194	2.520	4.582
Tüketici Kredisi	61.645	79.161	114.318	85.041
Toplam (X_{WjW})	22.718	28.297	39.209	30.075

Çizelge 5.14 incelendiğinde birinci risk faktörü için tüketici kredilerinin ikinci risk faktörü için ise özel sermayeli bankaların ağırlıklı ortalamalarının daha yüksek olduğu görülmektedir.

Tekirdağ için hesaplanan kredibilite prim değerleri çizelge 5.15'te yer almaktadır.

Çizelge 5.15. Tekirdağ için kredibilite prim değerleri

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)		
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli
Taşıt Kredisi	492	645	1.062
Konut Kredisi	5.842	5.204	3.044
Tüketici Kredisi	64.066	79.586	110.730

Tekirdağ için kamusal, yabancı ve özel sermayeli bankalardan çekilen taşıt kredilerinin, yabancı ve özel sermayeli bankalardan çekilen konut kredilerinin, kamusal ve yabancı sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerinin bir sonraki dönem takipteki kredi tutarının arttığı ve buna bağlı olarak da prim değerinin ağırlıklı ortalamalara kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmektedir.

Buna ek olarak birinci risk faktörü için tüketici kredilerinin ikinci risk faktörü için, taşıt ve tüketici kredilerinde özel sermayeli bankaların konut kredilerinde yabancı sermayeli bankaların prim değerinin daha yüksek olduğu ve bu açıdan daha riskli oldukları söylenebilmektedir. Risk faktörleri birlikte değerlendirildiğinde, özel sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerinin daha yüksek prime sahip olduğu görülmektedir.

5.3.4. Ege Bölgesi

Ege Bölgesi düzey iki istatistiki bölge birimleri sınıflamasına göre Aydın, İzmir ve Manisa illerinden oluşmaktadır. Ege bölgesinde yer alan illerde risk faktörlerine yönelik hesaplanan kredibilite faktör değerleri, E bileşenleri ve düzeltilmiş ağırlıklı ortalamalar Ek-4'te yer verilen tablolarda ayrı ayrı gösterilmektedir. Söz konusu iller için diğer bölgelere bağlı illerde olduğu gibi aynı ağırlıklar kullanılmış ve bu nedenle bahse konu illerde ağırlıklara ilişkin çizelgelere ayrıca yer verilmemiştir.

Aydın

Aydın için banka ve kredi türü nezdinde 2019-03/2023-12 dönemine ilişkin takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları çizelge 5.16'da yer almaktadır.

Çizelge 5.16. Aydın için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Toplam (X_{iww})
Taşıt Kredisi	412	609	695	572
Konut Kredisi	4.622	4.020	3.316	3.986
Tüketici Kredisi	68.247	75.476	85.935	76.553
Toplam (X_{WjW})	24.427	26.702	29.982	27.037

Aydın için kredi türleri içinde tüketici kredilerinin banka türleri içinde özel sermayeli bankaların takipteki kredi tutarlarına ilişkin ağırlıklı ortalamaların daha yüksek olduğu görülmektedir.

Aydın için risk faktörlerine yönelik hesaplanan kredibilite prim değerleri çizelge 5.17'de verilmektedir.

Çizelge 5.17. Aydın için kredibilite prim değerleri

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)		
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli
Taşıt Kredisi	378	631	884
Konut Kredisi	4.231	4.035	3.845
Tüketici Kredisi	71.613	75.817	81.898

Aydın için hesaplanan prim değerleri ağırlıklı ortalamalarla karşılaştırıldığında taşıt kredilerinin, yabancı ve özel sermayeli bankalardan çekilen taşıt ve konut kredilerinin, kamusal ve yabancı sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerinin bir sonraki dönem takipteki kredi tutarının ve buna bağlı olarak da prim değerinin arttığı belirlenmektedir.

Aydın için birinci risk faktörüne yönelik tüketici kredilerinin, ikinci risk faktörüne yönelik ise taşıt ve tüketici kredileri için özel sermayeli bankaların konut kredileri için yabancı sermayeli bankaların prim değerinin daha yüksek olduğu bu açıdan daha riskli oldukları değerlendirilmektedir. Risk faktörleri birlikte değerlendirildiğinde özel sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerinin prim değerinin daha yüksek olduğu söylenebilmektedir.

<u>İzmir</u>

İzmir için banka ve kredi türü nezdinde ilgili dönem takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları çizelge 5.18'de yer almaktadır.

Çizelge 5.18. İzmir için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Toplam (X_{iww})
Taşıt Kredisi	2.515	3.024	3.187	2.909
Konut Kredisi	26.291	16.652	12.738	18.560
Tüketici Kredisi	325.509	380.687	452.282	386.159
Toplam (X_{WjW})	118.105	133.454	156.069	135.876

İzmir için risk faktörlerine yönelik hesaplanan kredibilite prim değerleri çizelge 5.19'da yer almaktadır.

Çizelge 5.19. İzmir için kredibilite prim değerleri

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)		
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli
Taşıt Kredisi	2.044	3.211	4.485
Konut Kredisi	23.834	17.284	15.457
Tüketici Kredisi	338.494	381.238	436.837

İzmir için yabancı ve özel sermayeli bankalardan çekilen taşıt ve konut kredilerinin, kamusal ve yabancı sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerinin bir sonraki dönem takipteki kredi tutarının arttığı ve buna bağlı olarak prim değerlerinin ağırlıklı ortalamalara kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmektedir.

Risk faktörleri açısından bir değerlendirme yapıldığında kredi türleri içinde tüketici kredilerinin, banka türleri içinde taşıt ve tüketici kredileri için özel sermayeli bankaların konut kredileri için kamusal sermayeli bankaların prim değerinin daha yüksek olduğu ve bu anlamda daha riskli oldukları değerlendirilmektedir. Bununla birlikte risk faktörleri birlikte değerlendirildiğinde özel sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerinin prim değerinin daha yüksek olduğu görülmektedir.

Manisa

Manisa için belirlenen risk faktörlerinin ilgili dönem takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları çizelge 5.20'de yer almaktadır.

Çizelge 5.20. Manisa için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Toplam (X_{iww})
Taşıt Kredisi	500	973	1.090	854
Konut Kredisi	4.594	3.242	3.373	3.736
Tüketici Kredisi	71.062	80.396	108.315	86.591
Toplam (X_{WjW})	25.385	28.204	37.593	30.394

Manisa için kredi türü bazında tüketici kredilerinin banka türü bazında ise özel sermayeli bankaların takipteki kredi tutarlarına ilişkin ağırlıklı ortalamaların daha yüksek olduğu görülmektedir.

Manisa için belirlenen risk faktörlerine yönelik hesaplanan kredibilite prim değerleri çizelge 5.21'de verilmektedir.

Çizelge 5.21. Manisa için kredibilite prim değerleri

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)		
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli
Taşıt Kredisi	637	1.037	1.192
Konut Kredisi	4.489	3.414	3.579
Tüketici Kredisi	73.808	81.375	104.014

Risk faktör düzeyleri için hesaplanan prim değerleri ağırlıklı ortalamalarla kıyaslandığında taşıt kredilerinin, yabancı ve özel sermayeli bankalardan çekilen konut kredilerinin, kamusal ve yabancı sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerinin takipteki kredi tutarının arttığı ve buna bağlı olarak da prim değerinin daha yüksek hesaplandığı değerlendirilmektedir.

Çizelge 5.21'de risk faktörleri ayrı ayrı değerlendirildiğinde kredi türü bazında tüketici kredilerinin, banka türü bazında özel sermayeli bankaların prim değerinin daha yüksek olduğu ve bu anlamda daha riskli oldukları belirlenmektedir. Risk faktörleri birlikte ele alındığında özel sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerinin prim değerinin daha yüksek olduğu ayrıca tespit olunmaktadır.

5.3.5. Doğu Marmara Bölgesi

Doğu Marmara Bölgesi düzey iki istatistiki bölge birimleri sınıflamasına göre Kocaeli ve Bursa illerinden oluşmaktadır. Bahse konu illerde de diğer bölgelere bağlı illerde olduğu gibi aynı ağırlıklar üzerinden hesaplama yapılmaktadır. Bu nedenle ağırlıklar ayrıca bir çizelgeyle gösterilmemektedir. Her bir risk faktör düzeyi için 20 olmak üzere toplamda 180 gözlem birimi kullanılmaktadır. Kocaeli ve Bursa illeri için hesaplanan kredibilite faktör değerleri, E bileşenleri ve düzetilmiş ağırlıklı ortalamalar Ek-5'te ayrıca verilmektedir.

Kocaeli

Kocaeli için risk faktörlerine yönelik ilgili dönem ağırlıklı ortalamalar çizelge 5.22'de verilmektedir.

Çizelge 5.22. Kocaeli için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Toplam (X_{iww})
Taşıt Kredisi	619	1.637	1.650	1.302
Konut Kredisi	8.052	8.028	5.971	7.350
Tüketici Kredisi	95.159	143.884	186.299	141.781
Toplam (X_{WjW})	34.610	51.183	64.640	50.144

Kocaeli için risk faktör düzeylerine ilişkin ağırlıklı ortalamalar incelendiğinde kredi türü bazında tüketici kredilerinin banka türü bazında özel sermayeli bankaların takipteki kredi tutarlarına ilişkin ağırlıklı ortalamalarının daha yüksek olduğu görülmektedir.

Kocaeli için risk faktör düzeylerine yönelik hesaplanan kredibilite prim değerleri çizelge 5.23'te verildiği gibidir.

Çizelge 5.23. Kocaeli için kredibilite prim değerleri

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)		
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli
Taşıt Kredisi	846	1.807	1.867
Konut Kredisi	8.097	8.134	6.358
Tüketici Kredisi	99.995	143.266	180.929

Kocaeli için risk faktör düzeylerine ilişkin hesaplanan prim değerleri ağırlıklı ortalamalarla karşılaştırıldığında kamusal, yabancı ve özel sermayeli bankalardan çekilen taşıt ve konut kredilerinin, kamusal sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerinin prim değerlerinin ağırlıklı ortalamaların üzerinde olduğu bu açıdan bir sonraki dönem takipteki kredi tutarlarının artacağı değerlendirilmektedir.

Risk faktörleri ayrı ayrı değerlendirildiğinde kredi türleri içinde tüketici kredilerinin, banka türleri içinde taşıt ve tüketici kredisi için özel sermayeli bankaların, konut kredisi için yabancı sermayeli bankaların prim değerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Risk faktörleri birlikte değerlendirildiğinde ise en yüksek prim değerinin özel sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerinde olduğu belirlenmektedir.

Bursa

Bursa için banka ve kredi türü nezdinde ilgili dönem ağırlıklı ortalamalar çizelge 5.24'de yer almaktadır.

Çizelge 5.24. Bursa için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Toplam (X_{iww})
Taşıt Kredisi	1.535	2.236	1.733	1.835
Konut Kredisi	8.946	9.290	8.313	8.850
Tüketici Kredisi	133.980	191.332	242.708	189.340
Toplam (X_{WjW})	48.154	67.619	187.226	66.675

Bursa için risk faktör düzeylerine yönelik ağırlıklı ortalamalar incelendiğinde kredi türleri için tüketici kredilerinin banka türleri içinde özel sermayeli bankaların ağırlıklı ortalamalarının daha yüksek olduğu görülmektedir.

Bursa için risk faktör düzeylerine yönelik hesaplanan kredibilite prim değerleri çizelge 5.25'te verilmektedir.

Çizelge 5.25. Bursa için kredibilite prim değerleri

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)		
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli
Taşıt Kredisi	1.453	2.315	1.962
Konut Kredisi	8.838	9.346	8.525
Tüketici Kredisi	133.964	190.802	241.710

Bursa için risk faktör düzeylerine yönelik prim değerleri incelendiğinde, yabancı ve özel sermayeli bankalardan çekilen taşıt ve konut kredilerine ilişkin prim değerlerinin ağırlıklı ortalamalara kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu bağlamda kamusal ve özel sermayeli bankalardan çekilen taşıt ve konut kredilerinin bir sonraki dönem takipteki kredi tutarlarının artacağı değerlendirilmektedir.

Risk faktörleri ayrı ayrı değerlendirildiğinde kredi türü bazında tüketici kredilerinin, banka türü bazında taşıt ve konut kredisi için yabancı sermayeli bankaların, tüketici kredisi için

özel sermayeli bankaların prim değerinin daha yüksek olduğu söylenebilmektedir. Risk faktörleri birlikte değerlendirildiği zaman özel sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerinin prim değerinin diğer risk faktör düzeylerine kıyasla daha yüksek olduğu gözlemlenmektedir.

5.3.6. Akdeniz Bölgesi

Akdeniz Bölgesinde düzey iki istatistiki bölge birimleri sınıflamasına göre Adana, Antalya ve Hatay illeri yer almaktadır. Bahse konu illerde de diğer bölgelere bağlı illerde olduğu gibi aynı ağırlıklar kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır. Söz konusu iller için risk faktör düzeylerine yönelik hesaplanan kredibilite faktör değerleri, E bileşenleri ve düzeltilmiş ağırlıklı ortalamalar Ek-6'da yer alan çizelgelerde ayrıca gösterilmektedir.

Adana

Adana için risk faktörlerine ve risk faktör düzeylerine ilişkin ağırlıklı ortalamalar çizelge 5.26'da verilmektedir.

Çizelge 5.26. Adana için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Toplam (X_{iww})
Taşıt Kredisi	2.039	4.285	4.892	3.739
Konut Kredisi	8.142	6.024	7.633	7.266
Tüketici Kredisi	160.700	198.139	366.388	241.742
Toplam (X_{WjW})	56.961	69.483	126.304	84.249

Çizelge 5.26'da yer alan risk faktörleri incelendiğinde kredi türü bazında tüketici kredilerinin, banka türü bazında özel sermayeli bankaların ağırlıklı ortalamalarının daha yüksek olduğu görülmektedir.

Adana için risk faktör düzeylerine yönelik hesaplanan kredibilite prim değerleri çizelge 5.27'de yer almaktadır.

Çizelge 5.27. Adana için kredibilite prim değerleri

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)		
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli
Taşıt Kredisi	2.498	4.615	5.319
Konut Kredisi	8.399	6.463	8.099
Tüketici Kredisi	165.596	200.406	356.848

Adana için çizelge 5.27'de risk faktörlerine yönelik hesaplanan prim değerleri incelendiğinde, özel sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredileri haricinde tüm risk faktör düzeylerine ilişkin hesaplanan prim değerlerinin ağırlıklı ortalamaların üzerinde olduğu ve bu anlamda bahse konu bankalar ve kredilerin bir sonraki dönem takipteki kredi tutarlarının artacağı değerlendirilmektedir.

Risk faktörleri ayrı ayrı değerlendirildiğinde kredi türleri bazında tüketici kredilerinin, banka türü bazında ise taşıt ve tüketici kredileri için özel sermayeli bankaların, konut kredileri için kamusal sermayeli bankaların prim değerinin daha yüksek olduğu gözlemlenmektedir. Risk faktörleri birlikte değerlendirildiğinde en yüksek prim değerinin özel sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerinde olduğu görülmektedir.

Antalya

Antalya için risk faktörlerine ve risk faktör düzeylerine ilişkin ilgili dönem takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları çizelge 5.28'de yer almaktadır.

Çizelge 5.28. Antalya için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Toplam (X_{iww})
Taşıt Kredisi	1.411	1.909	2.567	1.962
Konut Kredisi	9.979	10.766	8.378	9.708
Tüketici Kredisi	151.396	225.547	252.490	209.811
Toplam (X_{WjW})	54.262	79.407	87.812	73.827

Antalya için kredi türü bazında tüketici kredilerinin banka türü bazında özel sermayeli bankaların ağırlıklı ortalamalarının daha yüksek olduğu görülmektedir.

Antalya için risk faktör düzeylerine yönelik hesaplanan prim değerleri çizelge 5.29'da yer almaktadır.

Çizelge 5.29. Antalya için kredibilite prim değerleri

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)		
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli
Taşıt Kredisi	1.635	2.082	2.670
Konut Kredisi	10.099	10.803	8.667
Tüketici Kredisi	157.257	223.567	247.661

Risk faktör düzeylerine ilişkin prim değerleri ağırlıklı ortalamalarla kıyaslandığında taşıt ve konut kredileri ile kamusal sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerine ilişkin prim değerlerinin ağırlıklı ortalamaların üzerinde olduğu görülmektedir. Bu açıdan taşıt ve konut kredileri ile kamusal sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerinin bir sonraki dönem takipteki kredi tutarının artacağı değerlendirilmektedir.

Risk faktörleri üzerinden bir değerlendirme yapılacak olursa kredi türleri içinde tüketici kredilerinin banka türleri içinde ise taşıt ve tüketici kredileri için özel sermayeli bankaların, konut kredisi için yabancı sermayeli bankaların prim değerinin daha yüksek olduğu belirlenmektedir. Risk faktör düzeyleri için en yüksek prim değerinin ise özel sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerinde olduğu görülmektedir.

Hatay

Hatay için risk faktörlerine ve risk faktör düzeylerine ilişkin ilgili dönem takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları çizelge 5.30'da yer almaktadır.

Çizelge 5.30. Hatay için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Toplam (X_{iww})
Taşıt Kredisi	1.214	1.087	1.065	1.122
Konut Kredisi	5.762	2.615	4.343	4.240
Tüketici Kredisi	86.447	82.472	108.441	92.453
Toplam (X_{WjW})	31.141	28.725	37.950	32.605

Hatay için kredi türü bazında tüketici kredilerinin banka türü bazında özel sermayeli bankaların takipteki kredi tutarlarına ilişkin prim değerinin daha yüksek olduğu görülmektedir.

Hatay için risk faktör düzeylerine yönelik hesaplanan kredibilite prim değerleri çizelge 5.31'de verilmektedir.

Çizelge 5.31. Hatay için kredibilite prim değerleri

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)		
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli
Taşıt Kredisi	1.255	1.122	1.390
Konut Kredisi	5.032	3.479	4.570
Tüketici Kredisi	89.329	87.386	99.881

Hatay için taşıt kredilerinin, yabancı ve özel sermayeli bankalardan çekilen konut kredilerinin, kamusal ve yabancı sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerinin prim değerinin ağırlıklı ortalamalara kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmektedir. Bu açıdan bahse konu bankalardan çekilen kredilerin bir sonraki dönem takipteki kredi tutarının artacağı değerlendirilmektedir.

Bununla birlikte Hatay için risk faktör düzeylerine yönelik elde edilen prim değerleri incelendiğinde kredi türleri içinde tüketici kredilerinin, banka türleri içinde taşıt ve tüketici kredileri için özel sermayeli bankaların, konut kredisi için kamusal sermayeli bankaların prim değerlerinin daha yüksek olduğu ve bu anlamda daha riskli oldukları söylenebilmektedir. Risk faktörleri birlikte değerlendirildiğinde özel sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerinin prim değerinin daha yüksek olduğu görülmektedir.

5.3.7. Orta Anadolu Bölgesi

Orta Anadolu Bölgesi düzey iki istatistiki bölge birimleri sınıflamasına göre Kayseri ve Kırıkkale illerinden oluşmaktadır. Söz konusu iller için diğer bölgelere bağlı illerde olduğu gibi aynı ağırlıklar kullanılmıştır. Bu nedenle ağırlıklar ayrıca bir çizelgede gösterilmemiştir. Bahse konu iller için belirlenen risk faktörlerine yönelik prim hesabında her bir risk faktör düzeyi için 20 olmak üzere toplamda 180 gözlem birimi kullanılmıştır. Kayseri ve Kırıkkale için risk faktörlerine ve risk faktör düzeylerine ilişkin hesaplanan kredibilite faktör değerleri,

E bileşenleri ve düzeltilmiş ağırlıklı ortalamalar tekrara yer vermemek adına Ek-7'de yer verilen çizelgelerde gösterilmektedir.

Kayseri

Kayseri için risk faktörlerine ve risk faktör düzeylerine ilişkin ağırlıklı ortalamalar çizelge 5.32'de yer almaktadır.

Çizelge 5.32. Kayseri için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Toplam (X_{iww})
Taşıt Kredisi	252	500	524	425
Konut Kredisi	2.239	3.332	1.923	2.498
Tüketici Kredisi	61.173	72.411	85.179	72.921
Toplam (X_{WjW})	21.221	25.414	29.209	25.281

Kayseri için kredi türü bazında tüketici kredilerinin, banka türü bazında ise özel sermayeli bankaların takipteki kredi tutarlarına ilişkin ağırlıklı ortalamaların daha yüksek olduğu görülmektedir.

Kayseri için risk faktör düzeylerine yönelik hesaplanan prim değerleri çizelge 5.33'de verilmektedir.

Çizelge 5.33. Kayseri için kredibilite prim değerleri

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)		
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli
Taşıt Kredisi	350	544	574
Konut Kredisi	2.355	3.164	2.151
Tüketici Kredisi	64.237	72.427	81.729

Kayseri için yabancı sermayeli bankalardan çekilen konut kredileri ile özel sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredileri dışında söz konusu bankalardan çekilen taşıt, konut ve tüketici kredilerine ilişkin prim değerlerinin ağırlıklı ortalamaların üzerinde olduğu ve bu bağlamda bahse konu banka ve kredilerin bir sonraki dönem takipteki kredi tutarlarının artacağı değerlendirilmektedir.

Kayseri için risk faktörlerine yönelik bir değerlendirme yapılacak olursa kredi türü bazında tüketici kredilerinin, banka türü bazında ise konut kredisi için yabancı sermayeli bankaların, taşıt ve tüketici kredileri için özel sermayeli bankaların prim değerinin daha yüksek olduğu belirlenmektedir. Bununla birlikte özel sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerine ilişkin prim değerinin diğer risk faktör düzeylerine kıyasla daha yüksek olduğu söylenebilmektedir.

Kırıkkale

Kırıkkale için risk faktörleri ve risk faktör düzeylerine yönelik takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları çizelge 5.34'de yer almaktadır.

Çizelge 5.34. Kırıkkale için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Toplam (X_{iww})
Taşıt Kredisi	52	88	170	103
Konut Kredisi	1.145	2.290	1.051	1.495
Tüketici Kredisi	25.637	21.412	27.940	24.996
Toplam (X_{WjW})	8.944	7.930	9.720	8.865

Kırıkkale için kredi türü bazında tüketici kredilerinin, banka türü bazında özel sermayeli bankaların takipteki kredi tutarlarına ilişkin ağırlıklı ortalamaların daha yüksek olduğu görülmektedir.

Kırıkkale için risk faktör düzeylerine ilişkin hesaplanan kredibilite prim değerleri çizelge 5.35'de verilmektedir.

Çizelge 5.35. Kırıkkale için kredibilite prim değerleri

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)		
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli
Taşıt Kredisi	91	30	244
Konut Kredisi	1.262	2.009	1.260
Tüketici Kredisi	25.436	22.271	27.181

Kırıkkale için kamusal ve özel sermayeli bankalardan çekilen taşıt ve konut kredilerinin, yabancı sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerinin prim değerinin ağırlıklı ortalamalara kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu açıdan kamusal ve özel sermayeli bankalardan çekilen taşıt ve konut kredileri ile yabancı sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerinin bir sonraki dönem takipteki kredi tutarının artacağı yönünde bir değerlendirme yapılabilmektedir.

Yine risk faktörleri ayrı değerlendirildiğinde kredi türü bazında tüketici kredilerinin, banka türü bazında konut kredisi için yabancı sermayeli bankaların, taşıt ve tüketici kredisi için özel sermayeli bankaların prim değerinin daha yüksek olduğu belirlenmektedir. Buna ek olarak risk faktörleri birlikte ele alındığında özel sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerine ilişkin prim değerinin diğer risk faktör düzeylerine kıyasla daha yüksek olduğu söylenebilmektedir.

5.3.8. Batı Karadeniz Bölgesi

Batı Karadeniz Bölgesi düzey iki istatistiki bölge birimleri sınıflamasına göre Zonguldak, Kastamonu ve Samsun illerinden oluşmaktadır. Söz konusu illerde de diğer bölgelere bağlı illerde olduğu gibi aynı ağırlıklar kullanılmış ve bu nedenle ağırlıklara ayrıca bir çizelgede yer verilmemiştir. Bahse konu iller için risk faktörleri ve risk faktör düzeylerine ilişkin hesaplanan kredibilite faktör değerleri, E bileşenleri ve düzeltilmiş ağırlıklı ortalamalar Ek-8'de yer alan çizelgelerde gösterilmektedir.

Zonguldak

Zonguldak için risk faktörlerine ve risk faktör düzeylerine ilişkin ilgili dönem takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları çizelge 5.36'da yer almaktadır.

Çizelge 5.36. Zonguldak için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Toplam (X_{iww})
Taşıt Kredisi	167	270	287	241
Konut Kredisi	1.994	1.123	1.243	1.453
Tüketici Kredisi	47.321	41.857	46.025	45.068
Toplam (X_{WjW})	16.494	14.417	15.852	15.587

Zonguldak için kredi türü bazında tüketici kredilerinin banka türü bazında ise kamusal sermayeli bankaların takipteki kredi tutarlarına ilişkin ağırlıklı ortalamaların daha yüksek olduğu görülmektedir.

Zonguldak için risk faktör düzeylerine ilişkin hesaplanan kredibilite prim değerleri çizelge 5.37'de verilmektedir.

Çizelge 5.37. Zonguldak için kredibilite prim değerleri

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)		
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli
Taşıt Kredisi	333	181	313
Konut Kredisi	1.727	1.282	1.445
Tüketici Kredisi	45.760	43.933	45.313

Zonguldak için kamusal ve özel sermayeli bankalardan çekilen taşıt kredilerinin, yabancı ve özel sermayeli bankalardan çekilen konut kredilerinin, yabancı sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerinin prim değerlerinin ağırlıklı ortalamalara kıyasla daha yüksek olduğu ve bu açıdan bahse konu bankalardan çekilen kredilerin bir sonraki dönem takipteki kredi tutarının artacağı değerlendirilmektedir.

Zonguldak için risk faktörleri ayrı değerlendirildiğinde kredi türü bazında tüketici kredilerinin banka türü bazında ise kamusal sermayeli bankaların prim değerinin daha yüksek olduğu ve daha riskli oldukları söylenebilmektedir. Risk faktörleri birlikte değerlendirildiğinde ise kamusal sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerinin prim değerinin diğer risk faktör düzeylerine kıyasla daha yüksek olduğu söylenebilmektedir.

Kastamonu

Kastamonu için risk faktörlerine ve risk faktör düzeylerine ilişkin takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları çizelge 5.38'de yer almaktadır.

Çizelge 5.38. Kastamonu için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Toplam (X_{iww})
Taşıt Kredisi	58	375	95	176
Konut Kredisi	564	945	253	587
Tüketici Kredisi	14.508	13.747	17.788	15.348
Toplam (X_{WjW})	5.043	5.022	6.045	5.370

Kastamonu için kredi türü bazında tüketici kredilerinin banka türü bazında özel sermayeli bankaların takipteki kredilere ilişkin ağırlıklı ortalamalarının daha yüksek olduğu görülmektedir.

Kastamonu için risk faktör düzeylerine ilişkin hesaplanan kredibilite prim değerleri çizelge 5.39'da yer almaktadır.

Çizelge 5.39. Kastamonu için kredibilite prim değerleri

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)		
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli
Taşıt Kredisi	70	321	163
Konut Kredisi	556	858	372
Tüketici Kredisi	14.641	14.034	17.317

Kastamonu için kamusal ve özel sermayeli bankalardan çekilen taşıt kredilerinin, özel sermayeli bankalardan çekilen konut kredilerinin, kamusal ve yabancı sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerinin prim değerlerinin ağırlıklı ortalamalara kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu açıdan söz konusu banka ve kredi türlerinin bir sonraki dönem takipteki kredi tutarının artacağı söylenebilmektedir.

Kastamonu için risk faktörlerine ilişkin prim değerleri değerlendirildiğinde kredi türü bazında tüketici kredilerinin, banka türü bazında taşıt ve konut kredileri için yabancı sermayeli bankaların, tüketici kredileri için özel sermayeli bankaların prim değerinin daha yüksek olduğu belirlenmektedir. Risk faktörleri birlikte değerlendirildiğinde ise özel sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerine ilişkin prim değerinin diğer risk faktör düzeylerine kıyasla daha yüksek olduğu söylenebilmektedir.

Samsun

Samsun için risk faktörlerine ve risk faktör düzeylerine ilişkin ilgili dönem takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları çizelge 5.40'da yer almaktadır.

Çizelge 5.40. Samsun için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Toplam (X_{iww})
Taşıt Kredisi	423	585	320	443
Konut Kredisi	4.200	2.473	1.816	2.830
Tüketici Kredisi	67.120	73.220	90.529	76.956
Toplam (X_{WjW})	23.914	25.426	30.889	26.743

Samsun için kredi türü bazında tüketici kredilerinin, banka türü bazında özel sermayeli bankaların takipteki kredi tutarlarına ilişkin ağırlıklı ortalamaların daha yüksek olduğu söylenebilmektedir.

Samsun için risk faktör düzeylerine yönelik hesaplanan kredibilite prim değerleri çizelge 5.41'de yer almaktadır.

Çizelge 5.41. Samsun için kredibilite prim değerleri

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)		
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli
Taşıt Kredisi	349	547	613
Konut Kredisi	3.788	2.549	2.317
Tüketici Kredisi	69.226	73.937	87.360

Samsun için kamusal ve özel sermayeli bankalardan çekilen taşıt kredilerinin, yabancı ve özel sermayeli bankalardan çekilen konut kredilerinin, kamusal ve yabancı sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerinin prim değerlerinin ağırlıklı ortalamalara kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmektedir. Bu bakımdan bahse konu bankalardan çekilen kredilerin bir sonraki dönem takipteki kredi tutarlarının artacağı ve daha riskli oldukları değerlendirilmektedir.

Samsun için risk faktörleri ayrı değerlendirildiğinde kredi türü bazında tüketici kredilerinin, banka türü bazında taşıt ve tüketici kredileri için özel sermayeli bankaların, konut kredileri için kamusal sermayeli bankaların prim değerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Risk faktörleri birlikte değerlendirildiğinde özel sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerinin prim değerinin diğer risk faktör düzeylerine kıyasla daha yüksek olduğu ve daha riskli olduğu söylenebilmektedir.

5.3.9. Doğu Karadeniz Bölgesi

Doğu Karadeniz Bölgesi düzey iki istatistiki bölge birimleri sınıflamasına göre Trabzon ilinden oluşmaktadır. Trabzon için diğer bölgelere bağlı illerde olduğu gibi aynı ağırlıklar kullanılmış ve bu nedenle ağırlıklar ayrıca bir çizelgede gösterilmemiştir. Trabzon için risk faktörlerine ve risk faktör düzeylerine yönelik hesaplanan kredibilite faktör değerleri, E bileşenleri ve düzeltilmiş ağırlıklı ortalamalar Ek-9'da yer verilen çizelgelerde ayrı ayrı gösterilmektedir.

Trabzon

Trabzon için risk faktörlerine ve risk faktör düzeylerine ilişkin ilgili dönem takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları çizelge 5.42'de yer almaktadır.

Çizelge 5.42. Trabzon için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Toplam (X_{iww})
Taşıt Kredisi	200	439	175	271
Konut Kredisi	1.968	1.059	751	1.259
Tüketici Kredisi	33.178	37.403	47.362	39.314
Toplam (X_{WjW})	11.782	12.967	16.096	13.615

Trabzon için kredi türü bazında tüketici kredilerinin, banka türü bazında özel sermayeli bankaların takipteki kredilere ilişkin ağırlıklı ortalamalarının daha yüksek olduğu belirlenmektedir.

Trabzon için risk faktör düzeylerine yönelik hesaplanan kredibilite prim değerleri çizelge 5.43'te yer almaktadır.

Çizelge 5.43. Trabzon için kredibilite prim değerleri

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)		
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli
Taşıt Kredisi	184	419	300
Konut Kredisi	1.815	1.100	945
Tüketici Kredisi	34.122	37.655	45.994

Trabzon için özel sermayeli bankalardan çekilen taşıt kredilerinin, yabancı ve özel sermayeli bankalardan çekilen konut kredilerinin, kamusal ve yabancı sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerinin prim değerlerinin ağırlıklı ortalamalara kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmektedir. Bu açıdan söz konusu bankalardan çekilen kredilerin bir sonraki dönem takipteki kredi tutarının artacağı değerlendirilmektedir.

Trabzon için risk faktörleri ayrı değerlendirildiğinde kredi türü bazında tüketici kredilerinin, banka türü bazında taşıt kredisi için yabancı sermayeli bankaların, konut kredisi için kamusal sermayeli bankaların, tüketici kredisi için özel sermayeli bankaların prim değerinin daha yüksek olduğu ve daha riskli oldukları söylenebilmektedir. Risk faktörleri birlikte değerlendirildiğinde ise özel sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerinin prim değerinin diğer risk faktörlerine kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmektedir.

5.3.10. Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi

Kuzeydoğu Anadolu bölgesi düzey iki istatistiki bölge birimleri sınıflamasına göre Erzurum ve Ağrı illerinden oluşmaktadır. Söz konusu illerde diğer bölgelere bağlı illerde olduğu gibi aynı ağırlıklar kullanılmış olup ağırlıklara ayrıca bir çizelgede yer verilmemiştir. Erzurum ve Ağrı illeri için risk faktörlerine ve risk faktör düzeylerine ilişkin hesaplanan kredibilite faktör değerleri, E bileşenleri ve düzeltilmiş ağırlıklı ortalama değerleri Ek-10'da yer alan çizelgelerde ayrı ayrı gösterilmektedir.

<u>Erzurum</u>

Erzurum için risk faktörlerine ve risk faktör düzeylerine ilişkin takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları çizelge 5.44'te yer almaktadır.

Çizelge 5.44. Erzurum için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Toplam (X_{iww})
Taşıt Kredisi	393	310	132	278
Konut Kredisi	2.572	1.689	948	1.736
Tüketici Kredisi	37.148	19.318	32.884	29.783
Toplam (X_{WjW})	37.148	19.318	32.884	10.599

Erzurum için kredi türü bazında tüketici kredilerinin banka türü bazında kamusal sermayeli bankaların takipteki kredi tutarlarına ilişkin ağırlıklı ortalamaların daha yüksek olduğu görülmektedir.

Erzurum için risk faktör düzeylerine yönelik hesaplanan kredibilite prim değerleri çizelge 5.45'de yer almaktadır.

Çizelge 5.45. Erzurum için kredibilite prim değerleri

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)		
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli
Taşıt Kredisi	424	315	171
Konut Kredisi	2.549	1.695	1.028
Tüketici Kredisi	36.600	19.988	32.624

Erzurum için taşıt kredilerinin, yabancı ve özel sermayeli bankalardan çekilen konut kredilerinin, yabancı sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerinin takipteki kredi tutarlarına ilişkin prim değerlerinin ağırlıklı ortalamalara kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiş olup bu kapsamda bahse konu bankalardan çekilen kredilerin bir sonraki dönem takipteki kredi tutarının artması beklenmektedir.

Erzurum için risk faktörleri ayrı değerlendirildiğinde kredi türü bazında tüketici kredilerinin banka türü bazında kamusal sermayeli bankaların prim değerinin daha yüksek olduğu söylenebilmektedir. Risk faktörleri birlikte değerlendirildiğinde ise kamusal sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerinin prim değerinin diğer risk faktör düzeylerine kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir.

Ağrı

Ağrı için risk faktörlerine ve risk faktör düzeylerine ilişkin takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları çizelge 5.46'da yer almaktadır.

Çizelge 5.46 Ağrı için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Toplam (X_{iww})
Taşıt Kredisi	139	54	111	101
Konut Kredisi	504	718	323	515
Tüketici Kredisi	29.561	11.497	19.283	20.114
Toplam (X_{WjW})	10.068	4.090	6.572	6.910

Ağrı için kredi türü bazında tüketici kredilerinin, banka türü bazında kamusal sermayeli bankaların takipteki kredi tutarlarına ilişkin ağırlıklı ortalamaların daha yüksek olduğu görülmektedir.

Ağrı için risk faktör düzeylerine ilişkin hesaplanan kredibilite prim değerleri çizelge 5.47'de yer almaktadır.

Çizelge 5.47. Ağrı için kredibilite prim değerleri

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)		
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli
Taşıt Kredisi	185	99	155
Konut Kredisi	552	736	382
Tüketici Kredisi	28.594	12.213	19.273

Ağrı için taşıt ve konut kredileri ile yabancı sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerine ilişkin prim değerinin ağırlıklı ortalamalara kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmektedir. Bu açıdan taşıt ve konut kredileri ile yabancı sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerinin bir sonraki dönem takipteki kredi tutarlarının artması beklenmektedir.

Ağrı için risk faktörleri ayrı değerlendirildiğinde kredi türü bazında tüketici kredilerinin, banka türü bazında ise taşıt ve tüketici kredileri için kamusal sermayeli bankaların, konut

kredisi için yabancı sermayeli bankaların prim değerinin daha yüksek olduğu belirlenmiş olup bu açıdan daha riskli oldukları söylenebilmektedir. Risk faktörleri birlikte değerlendirildiğinde en yüksek prim değerinin kamusal sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerinde olduğu belirlenmektedir.

5.3.11. Ortadoğu Anadolu

Ortadoğu Anadolu Bölgesi Malatya ve Van illerinden oluşmaktadır. Malatya ve Van için diğer bölgelere bağlı illerde olduğu gibi aynı ağırlıklar kullanılmış ve bu nedenle söz konusu iller için ağırlıklar ayrıca bir çizelgede gösterilmemiştir. Yine bahse konu iller için risk faktörlerine ve risk faktör düzeylerine yönelik hesaplanan kredibilite faktör değerleri, E bileşenleri ve düzeltilmiş ağırlıklı ortalamalar Ek-11'de yer alan çizelgelerde ayrı ayrı gösterilmektedir.

Malatya

Malatya için risk faktörlerine ve risk faktör düzeylerine ilişkin ilgili dönem takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları çizelge 5.48'de yer almaktadır.

Çizelge 5.48. Malatya için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Toplam (X_{iww})
Taşıt Kredisi	167	333	367	289
Konut Kredisi	1.773	719	1.562	1.351
Tüketici Kredisi	33.667	28.483	38.560	33.570
Toplam (X_{WjW})	11.869	9.845	13.497	11.737

Malatya için kredi türü bazında tüketici kredilerinin, banka türü bazında özel sermayeli bankaların takipteki kredi tutarlarına ilişkin ağırlıklı ortalamaların daha yüksek olduğu görülmektedir.

Malatya için risk faktör düzeylerine ilişkin hesaplanan kredibilite prim değerleri çizelge 5.49'da yer almaktadır.

Çizelge 5.49. Malatya için kredibilite prim değerleri

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)		
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli
Taşıt Kredisi	267	174	534
Konut Kredisi	1.639	843	1.669
Tüketici Kredisi	33.570	30.401	36.536

Malatya için kamusal ve özel sermayeli bankalardan çekilen taşıt kredilerinin, yabancı ve özel sermayeli bankalardan çekilen konut kredilerinin, yabancı sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerinin hesaplanan prim değerlerinin ağırlıklı ortalamalara kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmektedir. Bu sebeple söz konusu bankalardan çekilen kredilerin bir sonraki dönem takipteki kredi tutarlarının artması beklenmektedir.

Malatya için risk faktörleri ayrı değerlendirildiğinde kredi türü bazında tüketici kredilerinin, banka türü bazında özel sermayeli bankaların prim değerinin daha yüksek olduğu ve bu açıdan daha riskli oldukları söylenebilmektedir. Risk faktörleri birlikte değerlendirildiğinde ise özel sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerinin prim değerinin diğer risk faktör düzeylerine kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmektedir.

Van

Van için risk faktörlerine ve risk faktör düzeylerine ilişkin takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları çizelge 5.50'de yer almaktadır.

Çizelge 5.50. Van için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Toplam (X_{iww})
Taşıt Kredisi	277	346	411	344
Konut Kredisi	823	1.671	571	1.022
Tüketici Kredisi	57.474	32.656	44.243	44.791
Toplam (X_{WjW})	19.525	11.557	15.075	15.386

Van için kredi türü bazında tüketici kredilerinin, banka türü bazında kamusal sermayeli bankaların takipteki kredi tutarlarına ilişkin ağırlıklı ortalamaların daha yüksek olduğu görülmektedir.

Van için risk faktör düzeylerine ilişkin hesaplanan kredibilite prim değerleri çizelge 5.51'de yer almaktadır.

Çizelge 5.51. Van için kredibilite prim değerleri

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)		
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli
Taşıt Kredisi	475	357	483
Konut Kredisi	1.047	1.531	757
Tüketici Kredisi	54.486	35.157	44.177

Van için taşıt kredilerinin, kamusal ve özel sermayeli bankalardan çekilen konut kredilerinin, yabancı sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerinin bir sonraki dönem takipteki kredi tutarına ilişkin prim değerinin ağırlıklı ortalamaların üzerinde olduğu belirlenmektedir. Bu açıdan değerlendirildiğinde söz konusu kredi ve banka türlerinin bir sonraki dönem takipteki kredi tutarının artması beklenmektedir.

Van için risk faktörleri ayrı değerlendirildiğinde kredi türü bazında tüketici kredilerinin, banka türü bazında taşıt kredisi için özel sermayeli bankaların, konut kredisi için yabancı sermayeli bankaların, tüketici kredisi için kamusal sermayeli bankaların prim değerinin daha yüksek olduğu ve bir bakıma daha yüksek riske sahip oldukları söylenebilmektedir. Risk faktörleri birlikte değerlendirildiğinde ise en yüksek prim değerinin kamusal sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerinde olduğu belirlenmektedir.

5.3.12. Güneydoğu Anadolu Bölgesi

Güneydoğu Anadolu Bölgesi düzey iki istatistiki bölge birimleri sınıflamasına göre Gaziantep, Şanlıurfa ve Mardin illerinden oluşmaktadır. Bahse konu illerde diğer bölgelere bağlı illerde olduğu gibi aynı ağırlıklar kullanılmış olup bu sebeple ağırlıklar ayrıca bir çizelgede gösterilmemiştir. Söz konusu illerde risk faktörlerine ve risk faktör düzeylerine ilişkin hesaplanan kredibilite faktör değerleri, E bileşenleri ve düzeltilmiş ağırlıklı ortalamalar Ek-12'de yer alan çizelgelerde ayrı ayrı gösterilmektedir.

Gaziantep

Gaziantep için risk faktörlerine ve risk faktör düzeylerine ilişkin ilgili dönem takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları çizelge 5.52'de yer almaktadır.

Çizelge 5.52. Gaziantep için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Toplam (X_{iww})
Taşıt Kredisi	973	1.336	1.420	1.243
Konut Kredisi	6.652	6.290	5.314	6.085
Tüketici Kredisi	92.725	104.633	156.220	117.859
Toplam (X_{WjW})	33.450	37.419	54.318	41.729

Gaziantep için kredi türü bazında tüketici kredilerinin, banka türü bazında özel sermayeli bankaların takipteki kredi tutarlarına ilişkin ağırlıklı ortalamaların daha yüksek olduğu görülmektedir.

Gaziantep için risk faktör düzeylerine ilişkin hesaplanan kredibilite prim değerleri çizelge 5.53'te yer almaktadır.

Çizelge 5.53. Gaziantep için kredibilite prim değerleri

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)		
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli
Taşıt Kredisi	1.104	1.444	1.603
Konut Kredisi	6.667	6.368	5.592
Tüketici Kredisi	95.376	105.903	151.505

Gaziantep için taşıt ve konut kredileri ile kamusal ve yabancı sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerinin takipteki kredi tutarlarına ilişkin prim değerlerinin ağırlıklı ortalamalara kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmektedir. Bu açıdan bahse konu banka ve kredi türlerinin bir sonraki dönem takipteki kredi tutarlarının artacağı değerlendirilmektedir.

Gaziantep için risk faktörleri ayrı değerlendirildiğinde kredi türü bazında tüketici kredilerinin, banka türü bazında taşıt ve tüketici kredileri için özel sermayeli bankaların, konut kredisi için kamusal sermayeli bankaların prim değerinin daha yüksek olduğu ve bu

açıdan daha yüksek riske sahip oldukları söylenebilmektedir. Risk faktörleri birlikte değerlendirildiğinde özel sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerine ilişkin primin diğer risk faktörlerine kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmektedir.

Şanlıurfa

Şanlıurfa için risk faktörlerine ve risk faktör düzeylerine ilişkin takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları çizelge 5.54'te yer almaktadır.

Çizelge 5.54. Şanlıurfa için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Toplam (X_{iww})
Taşıt Kredisi	333	929	671	644
Konut Kredisi	5.160	2.664	2.903	3.576
Tüketici Kredisi	87.349	72.015	133.005	97.457
Toplam (X_{WjW})	30.947	25.203	45.526	33.892

Şanlıurfa için kredi türü bazında tüketici kredilerinin, banka türü bazında özel sermayeli bankaların takipteki kredi tutarlarına ilişkin ağırlıklı ortalamaların daha yüksek olduğu görülmektedir.

Şanlıurfa için risk faktör düzeylerine ilişkin hesaplanan kredibilite prim değerleri çizelge 5.55'de yer almaktadır.

Çizelge 5.55. Şanlıurfa için kredibilite prim değerleri

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)		
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli
Taşıt Kredisi	676	1.093	1.035
Konut Kredisi	5.034	3.082	3.405
Tüketici Kredisi	89.138	77.352	124.213

Şanlıurfa için taşıt kredilerinin, yabancı ve özel sermayeli bankalardan çekilen konut kredilerinin, kamusal ve yabancı sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerinin bir sonraki dönem takipteki kredi tutarlarına ilişkin prim değerinin ağırlıklı ortalamalara kıyasla

daha yüksek olduğu belirlenmektedir. Bu açıdan söz konusu kredi ve banka türü bazında bir sonraki dönem takipteki kredi tutarının artacağı değerlendirilmektedir.

Risk faktörleri ayrı değerlendirildiğinde kredi türü bazında tüketici kredilerinin, banka türü bazında taşıt kredisi için yabancı sermayeli bankaların, konut kredisi için kamusal sermayeli bankaların, tüketici kredisi için özel sermayeli bankaların prim değerinin daha yüksek olduğu ve bu açıdan daha riskli oldukları değerlendirilmektedir. Risk faktörleri birlikte değerlendirildiğinde özel sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerinin prim değerinin diğer risk faktörlerine kıyasla daha yüksek olduğu tespit olunmaktadır

Mardin

Mardin için risk faktörlerine ve risk faktör düzeylerine ilişkin takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları çizelge 5.56'da yer almaktadır.

Çizelge 5.56. Mardin için takipteki kredi tutarlarının ağırlıklı ortalamaları

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Toplam (X_{iww})
Taşıt Kredisi	553	880	468	634
Konut Kredisi	1.732	1.321	592	1.215
Tüketici Kredisi	34.508	34.476	53.457	40.814
Toplam (X_{WjW})	12.264	12.226	18.172	14.221

Mardin için kredi türü bazında tüketici kredilerinin, banka türü bazında özel sermayeli bankaların takipteki kredi tutarlarına ilişkin ağırlıklı ortalamaların daha yüksek olduğu görülmektedir.

Mardin için risk faktör düzeylerine ilişkin hesaplanan kredibilite prim değerleri çizelge 5.57'de yer almaktadır.

Çizelge 5.57. Mardin için kredibilite prim değerleri

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)		
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli
Taşıt Kredisi	616	807	925
Konut Kredisi	1.544	1.298	1.229
Tüketici Kredisi	36.677	36.656	48.235

Mardin için kamusal ve özel sermayeli bankalardan çekilen taşıt kredilerinin, özel sermayeli bankalardan çekilen konut kredilerinin, kamusal ve yabancı sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerinin bir sonraki dönem takipteki kredi tutarlarına ilişkin prim değerinin ağırlıklı ortalamalara kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmektedir. Bu açıdan söz konusu kredi ve banka türü bazında bir sonraki dönem takipteki kredi tutarının artacağı değerlendirilmektedir.

Risk faktörleri ayrı değerlendirildiğinde kredi türü bazında tüketici kredilerinin, banka türü bazında taşıt kredileri için özel sermayeli bankaların, konut kredisi için kamusal sermayeli bankaların, tüketici kredisi için özel sermayeli bankaların prim değerinin daha yüksek olduğu ve bu açıdan daha riskli oldukları değerlendirilmektedir. Risk faktörleri birlikte değerlendirildiğinde özel sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerinin prim değerinin diğer risk faktörlerine kıyasla daha yüksek olduğu tespit olunmaktadır.

İki yönlü çapraz sınıflama kredibilite modeliyle istatistiki bölge birimleri sınıflamasında yer alan bölgelere bağlı illerde risk faktörlerine yönelik yapılan uygulama sonucunda, bölgelere bağlı iller için bir sonraki dönem takipteki kredi tutarının artması beklenilen banka ve kredi türleri çizelge 5.58'te özetlenmektedir.

Çizelge 5.58. Bölgelere bağlı iller için bir sonraki dönem takipteki kredi tutarının artması beklenilen banka ve kredi türleri

Bölge	İl	Kredi Türü	Banka Türü		
			Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli
Batı Anadolu	Ankara	Taşıt Kredisi		✓	✓
		Konut Kredisi			✓
		Tüketici Kredisi	✓	✓	
	Konya	Taşıt Kredisi	✓	✓	✓
		Konut Kredisi	✓	✓	✓
		Tüketici Kredisi	✓		
İstanbul	İstanbul	Taşıt Kredisi	✓	✓	✓
		Konut Kredisi	✓		✓
		Tüketici Kredisi	✓		
Batı Marmara	Balıkesir	Taşıt Kredisi	✓		✓
		Konut Kredisi		✓	✓
		Tüketici Kredisi	✓	✓	
	Tekirdağ	Taşıt Kredisi	✓	✓	✓
		Konut Kredisi		✓	✓
		Tüketici Kredisi	✓	✓	
Ege	Aydınn	Taşıt Kredisi		✓	✓
		Konut Kredisi		✓	✓
		Tüketici Kredisi	✓	✓	
	İzmir	Taşıt Kredisi		✓	✓
		Konut Kredisi		✓	✓
		Tüketici Kredisi	✓	✓	
	Manisa	Taşıt Kredisi	✓	✓	✓
		Konut Kredisi		✓	✓
		Tüketici Kredisi	✓	✓	
Doğu Marmara Bölgesi	Bursa	Taşıt Kredisi		✓	✓
		Konut Kredisi		✓	✓
		Tüketici Kredisi			
	Kocaeli	Taşıt Kredisi	✓	✓	✓
		Konut Kredisi	✓	✓	✓
		Tüketici Kredisi	✓		

Çizelge 5.58. (devam) Bölgelere bağlı iller için bir sonraki dönem takipteki kredi tutarının artması beklenilen banka ve kredi türleri

Bölge	İl	Kredi Türü	Banka Türü		
			Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli
Akdeniz	Adana	Taşıt Kredisi	✓	✓	✓
		Konut Kredisi	✓	✓	✓
		Tüketici Kredisi	✓	✓	
	Antalya	Taşıt Kredisi	✓	✓	✓
		Konut Kredisi	✓	✓	✓
		Tüketici Kredisi	✓		
	Hatay	Taşıt Kredisi	✓	✓	✓
		Konut Kredisi		✓	✓
		Tüketici Kredisi	✓	✓	
Orta Anadolu	Kayseri	Taşıt Kredisi	✓	✓	✓
		Konut Kredisi	✓		✓
		Tüketici Kredisi	✓	✓	
	Kırıkkale	Taşıt Kredisi	✓		✓
		Konut Kredisi	✓		✓
		Tüketici Kredisi		✓	
Batı Karadeniz	Kastamonu	Taşıt Kredisi	✓		✓
		Konut Kredisi			✓
		Tüketici Kredisi	✓	✓	
	Samsun	Taşıt Kredisi			✓
		Konut Kredisi		✓	✓
		Tüketici Kredisi	✓	✓	
	Zonguldak	Taşıt Kredisi	✓		✓
		Konut Kredisi		✓	✓
		Tüketici Kredisi		✓	
Doğu Karadeniz	Trabzon	Taşıt Kredisi			✓
		Konut Kredisi		✓	✓
		Tüketici Kredisi	✓	✓	
Kuzedoğu Anadolu	Erzurum	Taşıt Kredisi	✓	✓	✓
		Konut Kredisi		✓	✓
		Tüketici Kredisi		✓	
	Ağrı	Taşıt Kredisi	✓	✓	✓
		Konut Kredisi	✓	✓	✓
		Tüketici Kredisi		✓	

Çizelge 5.58. (devam) Bölgelere bağlı iller için bir sonraki dönem takipteki kredi tutarının artması beklenilen banka ve kredi türleri

Bölge	İl	Kredi Türü	Banka Türü		
			Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli
Akdeniz	Malatya	Taşıt Kredisi	✓		✓
		Konut Kredisi		✓	✓
		Tüketici Kredisi		✓	
	Van	Taşıt Kredisi	✓	✓	✓
		Konut Kredisi	✓		✓
		Tüketici Kredisi		✓	
Güneydoğu Anadolu	Gaziantep	Taşıt Kredisi	✓	✓	✓
		Konut Kredisi	✓	✓	✓
		Tüketici Kredisi	✓	✓	
	Şanlıurfa	Taşıt Kredisi	✓	✓	✓
		Konut Kredisi		✓	✓
		Tüketici Kredisi	✓	✓	
	Mardin	Taşıt Kredisi	✓		✓
		Konut Kredisi			✓
		Tüketici Kredisi	✓	✓	

Çizelge 5.58 incelendiğinde Türkiye genelinde kredi türleri içinde ağırlıklı ortalamalara kıyasla prim değeri en çok artış gösteren kredi türünün taşıt kredisi olduğu, banka türleri içinde ise ağırlıklı ortalamalara kıyasla en çok artışın yabancı sermayeli bankalarda olduğu belirlenmektedir. Bu bağlamda bahse konu kredi ve banka türünün bir sonraki dönem takipteki kredi tutarının artması beklenmektedir.

5.4. İki Yönlü Hiyerarşik Çapraz Sınıflama Kredibilite Modeliyle Bölge ve İl Düzeyi İçin Kredibilite Kestirimi

İki yönlü hiyerarşik çapraz sınıflama kredibilite modeli, portföyün büyük ve heterojen yapıda olduğu durumlarda portföyü homojen alt gruplara ayırmak suretiyle kredibilite kestirimi yapmaya olanak sağlamaktadır. Her bir homojen alt grupta, öncelikli olarak belirlenen risk faktörlerine yönelik kredibilite kestirimi yapılmakta olup bölgelere bağlı illerde yapılan kredibilite kestirimlerine bir önceki bölümde yer verilmektedir.

İkinci aşama olarak değerlendirilebilecek bu bölümde risk faktörlerine yönelik elde edilen kredibilite kestirimlerinden yola çıkarak tüm hiyerarşik seviyeler için prim değeri

hesaplanmaktadır. Böylelikle risk faktörlerinin etkisi tüm hiyerarşik seviyeler için hesaplanan prim değerine dahil edilmiş olmaktadır.

Bölgelere bağlı illerde elde edilen prim değerlerinin ağırlıklı ortalamaları kullanılarak il ve bölge düzeyleri için ayrı ayrı kredibilite kestirimleri yapılmaktadır.

Burada takipteki kredi tutarlarına ilişkin ham verinin mevcut olmaması ve il düzeyinde aynı ağırlıkların kullanılacak olması sebebiyle iki yönlü hiyerarşik çapraz sınıflama kredibilite modelinde ağırlıklara ilişkin verilen teorik yapıdan farklı olarak farklı ağırlıklar kullanılmaktadır. Hiyerarşik düzeylerde ağırlık olarak bölgelere bağlı illerdeki nüfusun Türkiye nüfusuna oranlanmasıyla elde edilen oranlar kullanılmaktadır. Böylelikle prim değeri nüfustan arındırılarak il ve bölge düzeyinde daha tutarlı sonuçların elde edilmesi ve prim değeri yüksek olan bölge ve illerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Bölgelere bağlı illerde risk faktör düzeyleri için elde edilen kredibilite kestirimlerinin ağırlıklı ortalaması ve illere ilişkin belirlenen ağırlık değerleri sırasıyla çizelge 5.59 ve 5.60’da yer almaktadır.

Çizelge 5.59. Bölgelere bağlı illerde risk faktör düzeyleri için elde edilen kredibilite kestirimlerinin ağırlıklı ortalamaları

İl/Bölge (Bin TL)	Batı Anadolu	İstanbul	Batı Marmara	Ege	Doğu Marmara	Akdeniz	Orta Anadolu	Güneydoğu Anadolu	Ortadoğu Anadolu	Kuzeydoğu Anadolu	Doğu Karadeniz	Batı Karadeniz
Ankara	161.268											
Konya	40.379											
İstanbul		452.298										
Balıkesir			22.947									
Tekirdağ			30.075									
Manisa				30.394								
İzmir				135.876								
Aydın				27.037								
Kocaeli					50.144							
Bursa					66.546							
Hatay						32.605						
Antalya						73.827						
Adana						84.249						
Kırıkkale							8.865					
Kayseri							25.281					
Mardin								14.221				
Şanlıurfa								33.892				
Gaziantep								41.729				
Van									15.386			
Malatya									11.737			
Ağrı										6.910		
Erzurum										10.599		
Trabzon											13.615	
Zonguldak												15.587
Samsun												26.743
Kastamonu												5.370
Ortalama	100.824	452.298	26.511	64.436	58.345	63.560	17.073	29.947	13.562	8.755	13.615	15.900
Genel Ort.	55.292											

Çizelge 5.60. Bölgelere bağlı iller için ağırlık değerleri

İl/Bölge (Bin TL)	Batı Anadolu	İstanbul	Batı Marmara	Ege	Doğu Marmara	Akdeniz	Orta Anadolu	Güneydoğu Anadolu	Ortadoğu Anadolu	Kuzeydoğu Anadolu	Doğu Karadeniz	Batı Karadeniz
Ankara	6,90											
Konya	2,68											
İstanbul		18,72										
Balıkesir			1,46									
Tekirdağ			1,35									
Manisa				1,72								
İzmir				5,28								
Aydın				1,34								
Kocaeli					2,48							
Bursa					3,69							
Hatay						1,94						
Antalya						3,02						
Adana						2,67						
Kırıkkale							0,33					
Kayseri							1,71					
Mardin								0,99				
Şanlıurfa								2,56				
Gaziantep								2,55				
Van									1,34			
Malatya									0,95			
Ağrı										0,61		
Erzurum										0,89		
Trabzon											0,96	
Zonguldak												0,69
Samsun												1,61
Kastamonu												0,45

Kaynak: Türkiye İstatistik Kurumu, Nufus ve Demografi İstatistikleri (https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Nufus-ve-Demografi-109)

Çizelge 5.59'da il düzeyindeki ortalamalar, bölgelere bağlı illerde risk faktör düzeylerine yönelik elde edilen prim değerlerinin ağırlıklı ortalamasını, kolektif ortalama ise tüm portföye ilişkin ağırlıklı ortalamayı ifade etmektedir. Örneğin Batı Anadolu Bölgesinde yer alan Ankara için risk faktörlerine yönelik elde edilen prim değerlerinin ağırlıklı ortalaması;

$$X_{pkw} = \sum_{j=1}^{J} \sum_{i=1}^{I} \frac{w_{ij\Sigma}}{w_{\Sigma\Sigma\Sigma}} X_{ijc}$$

$$X_{11w} = \frac{(3.790\ x\ 20) + (5.144\ x\ 20) + \cdots + (445.564\ x\ 20) + (476.090\ x\ 20)}{180}$$

$$= 161.268$$

olarak hesaplanmaktadır. Benzer şekilde Konya için ağırlıklı ortalama 40.379 olarak elde edilmektedir. Çizelge 5.59'da Batı Anadolu Bölgesi için ağırlıklı ortalama ise;

$$X_{pw} = \sum_{k=1}^{K} \frac{w_{pk\Sigma}}{w_{p\Sigma\Sigma}} X_{pkw}$$

$$X_{1w} = \frac{(161.268\ x\ 180) + (40.379\ x\ 180)}{360}$$

$$= 100.824$$

olmaktadır. Portföye ilişkin kolektif ortalama ise;

$$m = \frac{(161.268\ x\ 180) + (40.379\ x\ 180) + \cdots + (26.743\ x\ 180) + (5.370\ x\ 180)}{4.680}$$

$$= 55.292$$

olarak elde edilmektedir. Çizelge 5.60'da verilen ağırlıklar bölgeler ve bölgelere bağlı iller için hesaplanan kredibilite faktör değerlerinin elde edilmesinde kullanılmaktadır. Çizelge 5.59-5.60'da yer verilen ağırlıklı ortalamalar ve ağırlıklardan yola çıkarak il ve bölge düzeyi için kredibilite kestiriminde;

- Öncelikli olarak bölgeler içi ve bölgeler arası varyans değerleri hesaplanmaktadır. Bölgeler içi varyans değerini ifade eden α_{ch} Eş. 4.22'de gösterildiği üzere 1.150.194.535 olarak hesaplanmaktadır. Bölgeler arası değişimi gösteren b_{ch} ise Eş. 4.21'de olduğu gibi 7.036.392.199 olarak hesaplanmaktadır. Portföye ilişkin varyans değeri bölgeler içi ve bölgeler arası varyansın toplamı olduğundan s^2= 8.186.586.734 olarak elde edilmektedir.
- Sonraki adımda elde edilen varyans değerleri kullanılarak bölgeler ve bölgelere bağlı iller için kredibilite faktör değerleri hesaplanmaktadır. Örnek olarak Batı Anadolu Bölgesine bağlı Ankara ili için kredibilite faktör değeri,

$$z_{11} = \frac{1.150.194.535\ x\ 6{,}90}{(1.150.194.535\ x\ 6{,}90) + 8.186.586.734} = 0{,}4921$$

olarak hesaplanmaktadır. Konya için de benzer hesaplamalar yapıldığında z_{12} = 0,2737 olarak elde edilmektedir. Batı Anadolu Bölgesi için kredibilite faktör değeri ise,

$$z_1 = \frac{7.036.392.199\ x\ (0{,}4921 + 0{,}2737)}{7.036.392.199\ x\ (0{,}4921 + 0{,}2737) + 1.150.194.535} = 0{,}8241$$

olmaktadır.

- Kredibilite faktör değerleri hesaplandıktan sonra bölgeler için kredibilite faktör değerleriyle ağırlıklandırılmış ortalamalar hesaplanmaktadır. Batı Anadolu Bölgesi için söz konusu değer,

$$X_{1zw} = \frac{(0{,}4921\ x\ 161.268) + (0{,}2737\ x\ 40.379)}{(0{,}4921 + 0{,}2737)} = 118.064$$

olmaktadır. Diğer bölgeler için de benzer hesaplamalar yapıldığında tüm portföye yönelik kredibilite faktör değeriyle ağırlıklandırılan ağırlıklı ortalama değeri hesaplanmaktadır. Söz konusu değer X_{zzw} =126.088 olarak elde edilmektedir. Burada m değeri X_{zzw} değerine eşit olmadığından tahmin edicilerin sapmalı olduğu değerlendirilmektedir.

- Son aşamada öncelikli olarak iller ve sonrasında bölgeler için kredibilite prim değeri hesaplanmaktadır. Batı Anadolu Bölgesine bağlı Ankara için bir sonraki dönem takipteki kredi tutarına ilişkin prim değeri aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$(m + E_1 + E_{11}) = 0{,}4921\ x\ 161.268 + (1 - 0{,}4921)\ \{0{,}8241\ x\ 118.064 + (1 - 0{,}8241)\ x\ 55.292\}$$

= 133.714 (Bin TL)

Benzer hesaplamalar Konya için yapıldığında prim değeri 88.764 (Bin TL) olarak elde edilmektedir. Batı Anadolu bölgesi için prim değeri ise,

$$(m + E_1) = 0{,}8241 \left(\frac{(161.268\ x\ 0{,}4921) + (40.379\ x\ 0{,}2737)}{(0{,}4921 + 0{,}2737)} \right) + (1 - 0{,}8241)\ 55.292$$

= 107.021 (Bin TL)

olarak hesaplanmaktadır.

Bahse konu işlem adımları diğer tüm bölgeler ve bölgelere bağlı iller için yapılmaktadır. İlgili hesaplamalar yapıldığında il ve bölge düzeyinde elde edilen kredibilite prim değerleri sırasıyla çizelge 5.61-5.62'de yer almaktadır.

Çizelge 5.61. İl düzeyinde iki yönlü hiyerarşik çapraz sınıflama kredibilite modeliyle elde edilen kredibilite prim değerleri

İl/Bölge (Bin TL)	Batı Anadolu	İstanbul	Batı Marmara	Ege	Doğu Marmara	Akdeniz	Orta Anadolu	Güneydoğu Anadolu	Ortadoğu Anadolu	Kuzeydoğu Anadolu	Doğu Karadeniz	Batı Karadeniz
Ankara	133.714											
Konya	88.784											
İstanbul		432.165										
Balıkesir			33.755									
Tekirdağ			35.034									
Manisa				71.793								
İzmir				104.831								
Aydın				73.113								
Kocaeli					56.408							
Bursa					61.306							
Hatay						57.554						
Antalya						67.169						
Adana						69.776						
Kırıkkale							34.461					
Kayseri							33.644					
Mardin								34.899				
Şanlıurfa								36.749				
Gaziantep								38.820				
Van									27.030			
Malatya									27.160			
Ağrı										28.546		
Erzurum										28.214		
Trabzon											34.884	
Zonguldak												30.170
Samsun												30.700
Kastamonu												30.037

Bölgelere bağlı iller için hesaplanan prim değerleri incelendiğinde Batı Anadolu Bölgesi için Ankara'nın, İstanbul Bölgesi için İstanbul'un, Batı Marmara Bölgesi için Tekirdağ'ın, Ege Bölgesi için İzmir'in, Doğu Marmara Bölgesi için Bursa'nın, Akdeniz Bölgesi için Adana'nın, Orta Anadolu Bölgesi için Kırıkkale'nin, Güneydoğu Anadolu Bölgesi için Gaziantep'in, Ortadoğu Anadolu Bölgesi için Malatya'nın, Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi için Ağrı'nın, Doğu Karadeniz Bölgesi için Trabzon'un ve Batı Karadeniz Bölgesi için Samsun'un prim değerinin daha yüksek olduğu belirlenmektedir.

Bölgelerde prim değeri yüksek olan iller değerlendirildiğinde prim değerinin nüfusla doğru orantılı olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle nüfusu yoğun olan illerin prim değeri nüfusu daha az yoğun olan illere kıyasla daha yüksek hesaplanmıştır. Ancak bu duruma bazı istisnalar da gösterilebilmektedir. Örneğin Akdeniz bölgesine bağlı Antalya'nın nüfusu Adana'ya kıyasla daha yüksek olmasına rağmen prim değeri Adana'ya göre belirgin bir şekilde daha düşüktür. Söz konusu durum Adana'da Antalya'ya kıyasla daha fazla sanayi ve tarım faaliyetlerinin yapılmasıyla açıklanabilmektedir. Bu açıdan genel bir değerlendirme yapılacak olursa nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu ve gelişmiş illerde kredi çekme potansiyelinin arttığı ve buna bağlı olarak da takipteki kredi tutarına ilişkin prim değerinin daha yüksek olduğu söylenebilmektedir.

İki yönlü hiyerarşik çapraz sınıflama kredibilite modeliyle bölge düzeyinde elde edilen kredibilite prim değerleri çizelge 5.62'de yer almaktadır.

Çizelge 5.62. Bölgeler için iki yönlü hiyerarşik çapraz sınıflama kredibilite modeliyle elde edilen kredibilite prim değerleri

Bölge	Batı Anadolu	İstanbul	Batı Marmara	Ege	Doğu Marmara	Akdeniz	Orta Anadolu	Güneydoğu Anadolu	Ortadoğu Anadolu	Kuzeydoğu Anadolu	Doğu Karadeniz	Batı Karadeniz
(m+Ep)	107.021	379.215	35.973	81.801	58.588	64.340	35.657	37.777	29.225	30.413	37.751	38.631

Bölge düzeyinde hesaplanan kredibilite kestirimleri incelendiğinde en yüksek prim değerine sahip ilk üç bölgenin sırasıyle İstanbul, Batı Anadolu ve Ege olduğu belirlenmektedir. En düşük prim değeri ise sırasıyla Ortadoğu Anadolu, Kuzeydoğu Anadolu ve Orta Anadolu bölgeleri için hesaplanmıştır.

Bölgeler için hesaplanan prim değerlerlerinden yola çıkarak iller de olduğu gibi nüfus yoğunluğu yüksek ve sanayileşmiş bölgelerin daha yüksek prim değerine sahip olduğu söylenebilmektedir. Söz konusu durum ise nüfusun yoğun olduğu ve daha gelişmiş bölgelerde kredi çekme potansiyelinin yüksek olduğu ve buna bağlı olarak çekilen kredilerin takibe düşme risklerinin arttığı ve primlerin de bu doğrultuda daha yüksek hesaplandığı yönünde değerlendirilmektedir.

6. DEĞERLENDİRMELER

Bu tez çalışmasında literatürde çok fazla yer verilmeyen iki yönlü çapraz sınıflama modeli incelenmiş ve söz konusu model kullanılarak yine literatürde az rastlanan kredi sigortaları üzerine uygulama yapılmıştır. Bununla birlikte iki yönlü çapraz sınıflama modeli ile iki yönlü hiyerarşik kredibilite modelinin birlikte kullanıldığı yeni hibrit bir model önerilmiştir. Önerilen hibrit modelle büyük ve heterojen portföylerde tüm hiyerarşik seviyeler için yapılacak prim hesabına risk faktörlerinin etkisinin de dahil edilmesi amaçlanmıştır.

İki yönlü hiyerarşik çapraz sınıflama kredibilite modeli olarak ifade edilen hibrit model kullanılarak Türkiye'nin bölge ve bölgelere bağlı illeri için bir sonraki dönem takipteki kredi tutarlarına ilişkin prim değerleri hesaplanmıştır. Söz konusu prim hesabına risk faktörlerine yönelik il düzeyinde iki yönlü çapraz sınıflama modeliyle elde edilen kredibilite kestirimleri de dahil edilmiştir. Böylelikle risk faktörlerinin etkisi tüm modele dahil edilmiş olmaktadır.

Yapılan uygulama sonucunda,

- Batı Anadolu Bölgesinde en yüksek prim değerinin Ankara'ya ait olduğu, Ankara için kredi türü bazında tüketici kredilerinin banka türü bazında ise taşıt ve konut kredileri için yabancı sermayeli bankaların, tüketici kredileri için ise özel sermayeli bankaların prim değerinin daha yüksek olduğu,
- İstanbul Bölgesinde İstanbul'un prim değerinin diğer bölgelere bağlı illere nazaran daha yüksek olduğu, İstanbul için kredi türü bazında tüketici kredilerinin, banka türü bazında taşıt ve tüketici kredileri için özel sermayeli bankaların, konut kredisi için yabancı sermayeli bankaların prim değerinin daha yüksek olduğu,
- Batı Marmara Bölgesi için Tekirdağ'ın daha yüksek prim değerine sahip olduğu, Terkirdağ için taşıt ve tüketici kredileri için özel sermayeli bankaların, konut kredisi için kamusal sermayeli bankaların prim değerinin daha yüksek olduğu,
- Ege Bölgesinde İzmir'in prim değerinin diğer illere nazaran daha yüksek olduğu, İzmir için kredi türü bazında tüketici kredilerinin, banka türü bazında taşıt ve tüketici kredileri için özel sermayeli bankaların, konut kredileri için kamusal sermayeli bankaların prim değerinin daha yüksek olduğu,
- Doğu Marmara Bölgesinde en yüksek prim değerinin Bursa'ya ait olduğu, Bursa için kredi türü bazında tüketici kredilerinin, banka türü bazında taşıt ve konut kredileri için

yabancı sermayeli bankaların, tüketici kredileri için özel sermayeli bankaların prim değerinin daha yüksek olduğu,

- Akdeniz Bölgesinde Adana'nın prim değerinin diğer illere kıyasla daha yüksek olduğu, Adana için kredi türü bazında tüketici kredilerinin, banka türü bazında taşıt ve tüketici kredileri için özel sermayeli bankaların, konut kredisi için kamusal sermayeli bankaların prim değerinin daha yüksek olduğu,
- Orta Anadolu Bölgesinde en yüksek prim değerinin Kayseri'ye ait olduğu, Kayseri için kredi türü bazında tüketici kredilerinin, banka türü bazında taşıt ve tüketici kredileri için özel sermayeli bankaların, konut kredisi için yabancı sermayeli bankaların prim değerinin daha yüksek olduğu,
- Batı Karadeniz Bölgesinde Samsun'un prim değerinin diğer illere kıyasla daha yüksek olduğu, Samsun için kredi türü bazında tüketici kredilerinin, banka türü bazında taşıt ve tüketici kredileri için özel sermayeli bankaların, konut kredisi için kamusal sermayeli bankaların prim değerinin daha yüksek olduğu,
- Doğu Karadeniz Bölgesine bağlı Trabzon için kredi türü bazında tüketici kredilerinin, banka türü bazında taşıt kredisi için yabancı sermayeli bankaların, konut kredisi için kamusal sermayeli bankaların ve tüketici kredisi için özel sermayeli bankaların prim değerinin daha yüksek olduğu,
- Kuzeydoğu Anadolu Bölgesinde Erzurum'un prim değerinin diğer illere kıyasla daha yüksek olduğu, Erzurum için kredi türü bazında tüketici kredilerinin, banka türü bazında kamusal sermayeli bankaların prim değerinin daha yüksek olduğu,
- Ortadoğu Anadolu Bölgesinde Van'ın prim değerinin daha yüksek olduğu, Van için kredi türü bazında tüketici kredilerinin, banka türü bazında taşıt kredisi için özel sermayeli bankaların, konut kredileri için yabancı sermayeli bankaların ve tüketici kredileri için kamusal sermayeli bankaların prim değerinin daha yüksek olduğu,
- Güneydoğu Anadolu Bölgesinde Gaziantep'in prim değerinin diğer illere nazaran daha yüksek olduğu, Gaziantep için kredi türü bazında tüketici kredilerinin, banka türü bazında taşıt ve tüketici kredileri için özel sermayeli bankaların, konut kredisi için kamusal sermayeli bankaların prim değerinin daha yüksek olduğu,

tespit olunmaktadır.

Söz konusu tespitlere ek olarak bölgeler bazında en yüksek prim değerinin sırasıyla İstanbul, Batı Anadolu ve Ege Bölgesine ait olduğu belirlenmektedir. En düşük prim değeri ise Ortadoğu Anadolu, Kuzeydoğu Anadolu ve Orta Anadolu bölgelerine aittir.

İl düzeyinde bir değerlendirme yapılacak olursa Türkiye genelinde en yüksek prim değerine sahip iller sırasıyla İstanbul, Ankara ve İzmir olmaktadır. En düşük prim değerine sahip iller ise Van, Malatya ve Erzurum'dur.

Uygulama sonucunda elde edilen tespitlerden yola çıkarak nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu bölgeler ve bölgelere bağlı illerde prim değerinin daha yüksek olduğu değerlendirilmektedir. Buna ek olarak sanayi ve tarım faaliyetlerinin daha yoğun olduğu illerde nüfus yoğunluğu düşük olsa bile prim değerleri daha yüksek hesaplanmaktadır. Bu nedenle nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu ve sanayi ile tarımın gelişim gösterdiği illerde takipteki kredi tutarına ilişkin prim değerinin daha yüksek olduğu değerlendirilmektedir.

Türkiye genelinde bölgelere bağlı illerde kredi türü bazında tüketici kredilerine ilişkin prim değerinin daha yüksek olduğu ancak banka türüne göre prim değerinin bölgeden bölgeye ve ilden ile farklılık gösterdiği söylenebilmektedir. Türkiye genelinde risk faktörleri birlikte değerlendirildiğinde ise genel anlamda özel sermayeli bankalardan çekilen tüketici kredilerine ilişkin prim değerinin diğer risk faktör düzeylerine kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmektedir. Bununla birlikte bir sonraki dönem takipteki kredi tutarında artış olması beklenen kredi türünün taşıt kredisi, banka türünün ise yabancı sermayeli bankalar olacağı değerlendirilmektedir.

Öte yandan yapılan uygulamalarda elde edilen sonuçlar doğrultusunda öncelikli olarak iki yönlü çapraz sınıflama modeliyle yapılan kredibilite kestirimlerinde ağırlıkların kredibilite faktör değerinin belirlenmesinde önemli olduğu ve ağırlık değeri arttıkça kredibilite faktör değerinin de arttığı belirlenmiştir. Tüm risk faktörlerine yönelik aynı ağırlıklar kullanıldığında ise kredibilite faktör değerlerlerinin de aynı olduğu gözlemlenmiştir. Kredibilite faktör değerinin yüksek olması ise ilgili risk faktör düzeyine ilişkin E bileşenlerinin daha yüksek hesaplanmasına, daha yüksek hesaplanan E bileşenleri ise kredibilite prim değerinin daha yüksek olmasına neden olmaktadır.

İki yönlü hiyerarşik çapraz sınıflama kredibilite modelinde de prim hesabında ağırlıkların önemli olduğu söylenebilmektedir. Ağırlık değeri arttıkça kredibilite faktör değerinin arttığı ve bu durumda ilgili hiyerarşik düzeyin prim değerinin daha yüksek hesaplandığı değerlendirilmektedir.

Bununla birlikte hem önerilen iki yönlü hiyerarşik çapraz sınıflama kredibilite modelinde hem de iki yönlü çapraz sınıflama modelinde ağırlıklı ortalamaların da kredibilite kestirimlerinde önemli olduğu ve ilgili hiyerarşik düzeyin veya risk faktör düzeyinin ağırlıklı ortalaması ne kadar yüksekse ilgili düzeye ilişkin kredibilite kestiriminin daha yüksek olduğu değerlendirilmektedir.

7. SONUÇ

Kredibilite, risk faktörlerinin etkisini göz önünde bulundurarak sigorta grupları arasında prim oranı belirlemeyi sağlayan bir yöntemdir. Zaman içinde kredibilite teorisine yönelik birçok model geliştirilmiştir. Hiyerarşik ve çapraz sınıflama kredibilite modelleri de bahse konu kredibilite modelleri arasında yer almaktadır.

Hiyerarşik kredibilite modeli heterojen portföyleri homojen alt gruplara ayırmak suretiyle prim hesaplamaya olanak sağlarken çapraz sınıflama modeli prim hesabında risk faktörlerinin hem ayrı hem de birlikte etkisini modele dahil etmek için kullanılmaktadır.

Bu tez çalışmasında, öncelikli olarak çapraz sınıflama ve hiyerarşik kredibilite modelleri incelenmiş ve söz konusu modeller üzerinden kredibilite kestirimlerinin nasıl yapıldığına ilişkin örnek uygulamalara yer verilmiştir. Çapraz sınıflama modeliyle kredibilite kestiriminde işlem aşamalarının uzun olması ve lineer denklem sistemi çözümlerinin gerekli olması sebebiyle primlerin daha kolay ve doğru elde edilebilmesi amacıyla R paket programı geliştirilmiş ve R paket programı arşiv ağına eklenmiştir. Söz konusu R paket programında yer verilen fonksiyonlar örnek uygulama üzerinden detaylı bir şekilde ele alınmıştır.

Buna ek olarak iki yönlü çapraz sınıflama modeli ve iki yönlü hiyerarşik kredibilite modelinin birlikte kullanıldığı hibrit bir kredibilite modeli önerisinde bulunulmuştur. Önerilen hibrit modelle büyük ve heterojen portföylerde tüm hiyerarşik seviyeler için yapılacak kestirimlere risk faktörlerinin etkisinin de dahil edilmesi amaçlanmıştır.

İki yönlü hiyerarşik çapraz sınıflama kredibilite modeli olarak isimlendirilen yeni hibrit modelin uygulaması Türkiye Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu tarafından takipteki kredi tutarlarına ilişkin yayınlanan Fin-Türk illere göre bankacılık istatistiklerinden elde edilen gerçek veriler kullanılarak yapılmıştır. Uygulamada Türkiye istatistiki bölge birimleri sınıflamasına göre bölgelere ve bölgelerde düzey iki istatistiki bölge birimleri sınıflamasına göre illere ayrılmıştır. İki yönlü hiyerarşik çapraz sınıflama kredibilite modeli kullanılarak bölgeler ve bölgelere bağlı iller için bir sonraki dönem takipteki kredi tutarına ilişkin prim değerleri hesaplanmıştır. Ayrıca il düzeyi için yapılan kestirimlerde risk faktörlerinin birlikte ve ayrı etkileri ayrıca incelenmiştir. Böylelikle takipteki kredi tutarları üzerinde etkili olan risk faktörleri ile riskli olan bölge ve iller tespit edilmiştir.

Uygulama sonucunda, bölge düzeyinde en yüksek prim değerinin sırasıyla İstanbul, Batı Anadolu ve Ege Bölgesine ait olduğu, en düşük prim değerinin ise Ortadoğu Anadolu, Kuzeydoğu Anadolu ve Orta Anadolu bölgelerine ait olduğu belirlenmiştir. İl düzeyinde sırasıyla İstanbul, Ankara ve İzmir'in en yüksek prim değerine, Van, Malatya ve Erzurum'un ise en düşük prim değerine sahip iller olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlardan hareketle nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu ve sanayi ile tarımın gelişim gösterdiği illerde takipteki kredi tutarına ilişkin prim değerinin daha yüksek olduğu sonucuna varılmaktadır.

Buna ek olarak takipteki kredi tutarları üzerinde etkisi olduğu düşünülen kredi türleri içinde tüketici kredilerinin daha riskli olduğu belirlenmiş ancak banka türüne ilişkin kestirim değerinin bölgeden bölgeye ve ilden ile farklılık göstermesi sebebiyle net bir tespitte bulunulamamıştır. Yine uygulama sonucunda elde edilen prim değerleri ile ağırlıklı ortalamalar karşılaştırıldığında bir sonraki dönem kredi türü bazında taşıt kredilerinin ve banka türü bazında yabancı sermayeli bankalardan çekilen kredilere ilişkin prim değerinin artış göstereceği değerlendirilmektedir.

Öte yandan iki yönlü hiyerarşik çapraz sınıflama kredibilite modelinde ağırlıkların kredibilite faktör değeri ve prim değerinin hesaplanmasında önemli olduğu, ağırlık arttıkça kredibilite faktör değerinin arttığı ve buna bağlı olarak E bileşenlerinin ve sonrasında hesaplanan prim değerinin daha yüksek olduğu kanaatine varılmaktadır.

Büyük ve heterojen portföylerde risk faktörlerinin etkisinin modele dahil edilmesinin gerekli olduğu durumlarda önerilen iki yönlü hiyarerşik çapraz sınıflama kredibilite modelinin kullanılmasının daha tutarlı sonuçlar elde etmek adına uygun olacağı ve bu açıdan aktüerlere alternatif bir hesaplama yöntemi sunduğu ayrıca söz konusu hibrit modelin kredi sigortaları dışında diğer hayat dışı sigorta kollarında da kullanılmasının yerinde olacağı sonucuna varılmaktadır.

KAYNAKLAR

Altan, S. T., Özdemir, M., and Ebegil, M. (2023). An R package for crossed classification credibility model: application regarding non-performing loan. *The Journal of International Scientific Researches,* 8, 132-148.

Antonio, K. ve Beirlant, J. (2007). Applications of generalized linear mixed models in actuarial statistics. *Insurance: Mathematics and Economics,* 40, 58–76

Bailey, A. L. (1945). A generalized theory of credibility. *Proceedings of the Casualty Actuarial Society,* 32, 13, 13-20

Bailey, A.L. (1950). Credibility procedures - la place's generalization of bayes' rule and the combination of collateral knowledge with observed data. *New York State Insurance Department*, 37, 7-23, 94-115.

Boskov, M. ve Verrall, R. (1994). Premium rating by geographic area using spatial models. *Astin Bulletin*, 24(1):131-143.

Bozikas, A. E. (2019). *Actuarial models in demography*, Doctoral Dissertation, Piraeus University, School of Finance and Statistics, Greece, 3-25.

Bozikas, A. ve Pitselis, G. (2020). Incorporating crossed classification credibility into the Lee–Carter model for multi-population mortality data. *Insurance: Mathematics and Economics*, 93, 353-368.

Bühlmann, H. (1967). Experience rating and credibility. *ASTIN Bulletin: The Journal of the IAA*, 4(3), 199-207.

Bühlmann, H. ve Straub, E., (1970) Glaubwürdigkeit für Schadensätze. *Bulletin of the Swiss Association* 70, 111-133.

Dannenburg, D. R., Kaas, R. ve Goovaerts, M. J. (1996). *Practical actuarial credibility models.* Amsterdam: Institute of Actuarial Science and Econometrics of the University of Amsterdam, 41-106

Dannenburg, D., (1995). *Crossed classification credibility models.* 25th Int. Congress of Actuaries, New York, 1–36.

De Vylder, F. (1976). Optimal semilinear credibility. *Bulletin of the Swiss Association of Actuaries*, 76, 27-40.

De Vylder, F. (1978). Parameter estimation in credibility theory. *ASTIN Bulletin: The Journal of the IAA*, 10(1), 99-112.

De Vylder, F. (1981). Practical credibility theory with emphasis on optimal parameter estimation. *ASTIN Bulletin: The Journal of the IAA*, *12*(2), 115-131.

De Vylder, F. (1984). *Practical models in credibility theory, ıncluding parameter estimation. Premium Calculation in Insurance,* New York: John Wiley & Sons, 133-150.

Dean, C. (2005). *Topics in credibility theory.* Rosemont, Illinois: Education and Examination Committee of the Society of Actuaries, Construction and Evaluation of Actuarial Models Study Note, 4-21.

Dubey, A. ve Gisler, A. (1981). On parameter estimators in credibility. *Bulletin of the Swiss Association of Actuaries,* 81, 187-212.

Ebegil, M. (2007). *Kredibilite teorisinde parametre tahmini ve istatistiksel yaklaşım.* Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 4-27.

Ericson, W. A. (1970). On the posterior mean and variance of a population mean. *Journal of the American Statistical Association*, 65(330), 649-652.

Fahrmeir, L., Sagerer, F. ve Sussmann, G. (2007). Geoadditive regression for analyzing small-scale geographical variability in car insurance. *Blätter der DGVFM*, 28(1):47-65.

Frees, E. W. ve Wang, P. (2005). Credibility using copulas. *North American Actuarial Journal*, 9(2), 31-48.

Frees, E. W., Young, V. R. ve Luo, Y. (1999). A longitudinal data analysis interpretation of credibility models. *Insurance: Mathematics and Economics*, 24(3), 229-247.

Frees, E.W.,Young, V.R. ve Luo, Y., (2001). Case studies using panel data models. *North American Actuarial Journal*, 5(4), 24–42.

Fung, W. K. ve Xu, X. (2008). *Estimation of structural parameters in crossed classification credibility model using linear mixed models.* London: Physica-Verlag HD, 241-251.

Gisler, A. (1980). Optimum trimming of data in the credibility model. *Bulletin of the Swiss Association of Actuaries,* 80, 313-325.

Goulet, V. (1998). Principles and application of credibility theory. *Journal of Actuarial Practice*, 6, 5–62.

Goulet, V. (2001). A generalized crossed classification credibility model. *Insurance: Mathematics and Economics*, 28(2), 205-216.

Greenberg, B. S. ve Miller, G. R. (1966). The effects of low-credible sources on message acceptance. *Communications Monographs*, 33(2), 127-136.

Gschlobl, S. ve Czado, C. (2007). Spatial modelling of claim frequency and claim size in non-life insurance. *Scandinavian Actuarial Journal,* 3, 202-225.

Hachemeister, C. (1975). *Credibility for regression models with application to trend (reprint). Credibility: Theory and Applications.* New York: Academic Press, 307-48.

Herzog, T. N. (2010), *Introduction to credibility theory* (Forth edition). Winsted, CT: Actex Publications, 1-78.

Hewitt, C. C. (1970). Credibility for severity. *PCAS LVII*, 3, 148-149.

Hossack, I. B., Pollard, J. H. ve Zehnwirth, B. (1999). *Introductory statistics with applications in general insurance*. Cambridge: Cambridge University Press, 3-41.

İnternet: Altan, S. T., Özdemir M. ve Ebegil M. (2022). cccm: An R Package for Crossed Classification Credibility Model. URL-1: https://cran.r-project.org/web/packages/cccm/index.html, R package version 1.2., Son Erişim Tarihi: 05.01.2024.

İnternet: Türkiye Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurumu, İllere Göre Bankacılık Sektörü Verileri URL-2: https://www.bddk.org.tr/BultenFinTurk, Son Erişim Tarihi: 04.10.2024.

İnternet: Türkiye Bankalar Birliği, Banka ve Sektör Bilgileri, URL-3: tbb.org.tr/tr/bankacilik/banka-ve-sektor-bilgileri/4, Son Erişim Tarihi: 05.01.2024.

İnternet: Türkiye İstatistik Kurumu, Nufus ve Demografi İstatistikleri URL: https://data.tuik.gov.tr/Kategori/GetKategori?p=Nufus-ve-Demografi-109, Son Erişim Tarihi: 14.11.2024.

Jewell, W. S. (1974). The credible distribution. *ASTIN Bulletin: The Journal of the IAA*, 7(3), 237-269.

Jewell, W.S. (1975). The use of collateral data in credibility theory: A hierarchical model. *Giornale Dell'istituto Italiano Degli Attuari*, 38, 1-16.

Kaas, R., Goovaerts, M., Dhaene, J. ve Denuit, M. (2008). Credibility theory. In R. Kaas (Ed.). *Modern actuarial risk theory.* New York: Springer, 203-229.

Kandil, M. B. H. (1983). *Credibility theory and experience rating in general insurance*. Doctoral Dissertation, City University Mathematics Department Actuarial Science, London, 4-19.

Klugman, S., Rhodes, T., Purushotham, M., Gill, S. ve Solutions, M. I. B. (2009). Credibility theory practices. *Methods*, 2, 2-3.

Klugman, S.A. (1992). *Bayesian statistics in actuarial science with emphasis on credibility.* Boston: Kluwer, 65–76.

Longley-Cook, L. H. (1962). An introduction to credibility theory. *Casualty Actuarial Society.* 49, 194-221.

Mayerson, A. L. (1964). A Bayesian view of credibility. *Proceedings of the Casualty Actuarial Society*, 51(95), 7-23.

Mayerson, A. L., Jones, D. A. ve Bowers Jr, N. L. (1968). On the credibility of the pure premium. *PCAS LV*, 3, 175-176.

Mowbray, A. H. (1914). How extensive a payroll exposure is necessary to give a dependable pure premium. *Proceedings of the Casualty Actuarial Society*, 1(1), 24-30.

Nelder, J. A. ve Verrall, R. J. (1997). Credibility theory and generalized linear models. *ASTIN Bulletin: The Journal of the IAA*, 27(1), 71-82.

Norberg, R. (1979). The credibility approach to experience rating. *Scandinavian Actuarial Journal*, 4, 181-221.

Norberg, R. (1980). Empirical bayes credibility. *Scandinavian Actuarial Journal*, 4, 177-194.

Perryman, F.S., (1932). Some Notes on Credibility. *PCAS,* 19*, 65-84.*

Philbrick, S. (1981). An examination of credibility consept. *Proceedings of the Casualty Actuarial Society*, 48, 195–219.

Poon, J. ve Lu, Y. (2015). A spatial cross-sectional credibility model with dependence among risks. *North American Actuarial Journal*, 19(4), 289-310.

Raiffa, H. ve Schlaifer, R. (1961). *Applied statistical decision theory.* New York: John Wiley & Sons, 3-45.

Robbins, H. (1955). An empirical bayes approach to statistics. *Matematika,* 8(2), 133-140.

Robbins, H. (1964). An empirical bayes approach to statistics. *Annals of Mathematical Statistics,* 30, 1-20.

Savage, L. J. (1954). *The foundations of statistics*. New York: John Wiley and Sons, 3-41.

Searle, S. R. (1969). *The concepts and estimation of variance components: An expository review.* New York: John Wiley and Sons, 7-19.

Šoltés, E. and Šoltésová, T. (2006). Application of crossed classification credibility model in third-party auto ınsurance in Slovak republic. *Management,* 4, 59-60.

Wang, X. (2005). *On the numerical evaluation of optimal variance components estimators in crossed classification credibility.* Master Thesis, Concordia University Computer Science and Software Engineering, Canada, 4-26.

Wen, L. and Wu, X. (2011). The credibility estimator with general dependence structure over risks. *Communications in Statistics-Theory and Methods*, 40, 1893-1910.

Whitney, A. (1918). The theory of experience rating. *Proceedings of the Casualty Actuarial Society*, 4, 274–292.

EKLER

EK-1. Batı Anadolu Bölgesi İçin Hesaplamalar

Çizelge 1.1. Konya için kredibilite faktör değerleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$z_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	0,8648	0,8648	0,8648	0,9868
Konut Kredisi	0,8648	0,8648	0,8648	0,9868
Tüketici Kredisi	0,8648	0,8648	0,8648	0,9868
$z_j^{(2)}$	0,0222	0,0222	0,0222	

Çizelge 1.2. Konya için E bileşenleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$E_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	-507	-592	-252	-38.790
Konut Kredisi	-181	-449	-675	-35.567
Tüketici Kredisi	-21.003	7.496	16.098	74.358
$E_j^{(2)}$	-190	57	133	

Çizelge 1.3. Konya için düzeltilmiş ağırlıklı ortalamalar

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Y_{izw}
Taşıt Kredisi	X	X	X	1.068
Konut Kredisi	X	X	X	4.334
Tüketici Kredisi	X	X	X	115.735
Y_{zjw}	31.828	42.949	46.360	

EK-2. İstanbul Bölgesi İçin Hesaplamalar

Çizelge 2.1. İstanbul için kredibilite faktör değerleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$z_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	0,9355	0,9355	0,9355	0,9572
Konut Kredisi	0,9355	0,9355	0,9355	0,9572
Tüketici Kredisi	0,9355	0,9355	0,9355	0,9572
$z_j^{(2)}$	0,1295	0,1295	0,1295	

Çizelge 2.2. İstanbul için E bileşenler,

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$E_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	-1.565	-22.315	-28.783	-419.412
Konut Kredisi	-16.986	-315	-33.360	-335.288
Tüketici Kredisi	-397.804	135.950	356.617	754.700
$E_j^{(2)}$	-22.078	6.463	15.615	

Çizelge 2.3. İstanbul İçin düzeltilmiş ağırlıklı ortalamalar

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Y_{izw}
Taşıt Kredisi	X	X	X	14.121
Konut Kredisi	X	X	X	102.008
Tüketici Kredisi	X	X	X	1.240.764
Y_{zjw}	281.861	502.191	572.842	

EK-3. Batı Marmara Bölgesi İçin Hesaplamalar

Çizelge 3.1. Balıkesir için kredibilite faktör değerleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$z_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	0,7781	0,7781	0,7781	0,9865
Konut Kredisi	0,7781	0,7781	0,7781	0,9865
Tüketici Kredisi	0,7781	0,7781	0,7781	0,9865
$z_j^{(2)}$	0,0744	0,0744	0,0744	

Çizelge 3.2. Balıkesir için E bileşenleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$E_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	-277	78	-509	-22.189
Konut Kredisi	667	-871	-916	-20.483
Tüketici Kredisi	-3.138	-7.000	11.501	42.672
$E_j^{(2)}$	-95	-252	347	

Çizelge 3.3. Balıkesir için düzeltilmiş ağırlıklı ortalamalar

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Y_{izw}
Taşıt Kredisi	X	X	X	454
Konut Kredisi	X	X	X	2.184
Tüketici Kredisi	X	X	X	66.204
Y_{zjw}	21.675	19.556	27.611	

Çizelge 3.4. Tekirdağ için kredibilite faktör değerleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$z_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	0,8803	0,8803	0,8803	0,9624
Konut Kredisi	0,8803	0,8803	0,8803	0,9624
Tüketici Kredisi	0,8803	0,8803	0,8803	0,9624
$z_j^{(2)}$	0,1491	0,1491	0,1491	

EK-3. (devam) Batı Marmara Bölgesi İçin Hesaplamalar

Çizelge 3.4. Tekirdağ için E bileşenleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$E_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	-119	-798	-2.008	-28.367
Konut Kredisi	1.399	-1.504	-3.858	-24.534
Tüketici Kredisi	-17.812	-3.124	26.393	52.901
$E_j^{(2)}$	-1.097	-265	1.362	

Çizelge 3.4. Tekirdağ için düzeltilmiş ağırlıklı ortalamalar

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Y_{izw}
Taşıt Kredisi	X	X	X	600
Konut Kredisi	X	X	X	4.582
Tüketici Kredisi	X	X	X	85.041
Y_{zjw}	22.718	28.297	39.209	

EK-4. Ege Bölgesi İçin Hesaplamalar

Çizelge 4.1. Aydın için kredibilite faktör değerleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$z_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	0,5618	0,5618	0,5618	0,9949
Konut Kredisi	0,5618	0,5618	0,5618	0,9949
Tüketici Kredisi	0,5618	0,5618	0,5618	0,9949
$z_j^{(2)}$	0,1428	0,1428	0,1428	

Çizelge 4.2. Aydın için E bileşenleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$E_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	44	-28	-243	-26.330
Konut Kredisi	501	-283	-679	-22.934
Tüketici Kredisi	-4.315	-437	5.176	49.264
$E_j^{(2)}$	-373	-48	421	

Çizelge 4.3. Aydın için düzeltilmiş ağırlıklı ortalamalar

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Y_{izw}
Taşıt Kredisi	X	X	X	572
Konut Kredisi	X	X	X	3.986
Tüketici Kredisi	X	X	X	76.553
Y_{zjw}	24.427	26.702	29.982	

Çizelge 4.4. İzmir için kredibilite faktör değerleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$z_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	0,7605	0,7605	0,7605	0,9894
Konut Kredisi	0,7605	0,7605	0,7605	0,9894
Tüketici Kredisi	0,7605	0,7605	0,7605	0,9894
$z_j^{(2)}$	0,2122	0,2122	0,2122	

EK-4. (devam) Ege Bölgesi İçin Hesaplamalar

Çizelge 4.5. İzmir için E bileşenleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$E_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	1.495	-595	-4.120	-131.556
Konut Kredisi	7.800	-5.657	-8.633	-116.071
Tüketici Kredisi	-41.238	-1.751	49.049	247.627
$E_j^{(2)}$	-3.771	-514	4.285	

Çizelge 4.6. İzmir için düzeltilmiş ağırlıklı ortalamalar

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Y_{izw}
Taşıt Kredisi	X	X	X	2.909
Konut Kredisi	X	X	X	18.560
Tüketici Kredisi	X	X	X	386.159
Y_{zjw}	118.105	133.454	156.069	

Çizelge 4.7. Manisa için kredibilite faktör değerleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$z_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	0,8087	0,8087	0,8087	0,9822
Konut Kredisi	0,8087	0,8087	0,8087	0,9822
Tüketici Kredisi	0,8087	0,8087	0,8087	0,9822
$z_j^{(2)}$	0,0332	0,0332	0,0332	

Çizelge 4.8. Manisa için E bileşenleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$E_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	-579	-272	-429	-29.012
Konut Kredisi	443	-978	-872	-26.182
Tüketici Kredisi	-11.614	-4.140	18.187	55.194
$E_j^{(2)}$	-166	-73	239	

EK-4. (devam) Ege Bölgesi İçin Hesaplamalar

Çizelge 4.9. Manisa için düzeltilmiş ağırlıklı ortalamalar

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Y_{izw}
Taşıt Kredisi	X	X	X	854
Konut Kredisi	X	X	X	3.736
Tüketici Kredisi	X	X	X	86.591
Y_{zjw}	25.385	28.204	37.593	

EK-5. Doğu Marmara Bölgesi İçin Hesaplamalar

Çizelge 5.1. Kocaeli için kredibilite faktör değerleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$z_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	0,8868	0,8868	0,8868	0,9629
Konut Kredisi	0,8868	0,8868	0,8868	0,9629
Tüketici Kredisi	0,8868	0,8868	0,8868	0,9629
$z_j^{(2)}$	0,0314	0,0314	0,0314	

Çizelge 5.2. Kocaeli için E bileşenleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$E_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	-1.779	-1.338	-1.701	-47.032
Konut Kredisi	-352	-1.210	-3.034	-41.208
Tüketici Kredisi	-37.901	4.849	42.090	88.239
$E_j^{(2)}$	-487	33	455	

Çizelge 5.3. Kocaeli için düzeltilmiş ağırlıklı ortalamalar

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Y_{izw}
Taşıt Kredisi	X	X	X	1.302
Konut Kredisi	X	X	X	7.350
Tüketici Kredisi	X	X	X	141.781
Y_{zjw}	34.610	51.183	64.640	

Çizelge 5.4. Bursa için kredibilite faktör değerleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$z_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	0,9881	0,9881	0,9881	0,7361
Konut Kredisi	0,9881	0,9881	0,9881	0,7361
Tüketici Kredisi	0,9881	0,9881	0,9881	0,7361
$z_j^{(2)}$	0,7275	0,7275	0,7275	

EK-5. (devam) Doğu Marmara Bölgesi İçin Hesaplamalar

Çizelge 5.5. Bursa için E bileşenleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$E_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	6.769	-6.529	-92.997	-87.306
Konut Kredisi	8.990	-90.633	-91.598	-82.142
Tüketici Kredisi	1.249	43.926	8.719	50.726
$E_j^{(2)}$	15.315	29.475	116.483	

Çizelge 5.6. Bursa için düzeltilmiş ağırlıklı ortalamalar

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Y_{izw}
Taşıt Kredisi	X	X	X	-51.923
Konut Kredisi	X	X	X	-44.908
Tüketici Kredisi	X	X	X	135.582
Y_{zjw}	87.727	107.193	123.825	

EK-6. Akdeniz Bölgesi İçin Hesaplamalar

Çizelge 6.1. Adana için kredibilite faktör değerleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$z_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	0,9290	0,9290	0,9290	0,9292
Konut Kredisi	0,9290	0,9290	0,9290	0,9292
Tüketici Kredisi	0,9290	0,9290	0,9290	0,9292
$z_j^{(2)}$	0,0348	0,0348	0,0348	

Çizelge 6.2. Adana için E bileşenleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$E_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	-5.996	-4.315	-5.586	-74.807
Konut Kredisi	-3.372	-7.579	-6.084	-71.529
Tüketici Kredisi	-64.040	-29.665	124.801	146.335
$E_j^{(2)}$	-949	-513	1.462	

Çizelge 6.3. Adana için düzeltilmiş ağırlıklı ortalamalar

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Y_{izw}
Taşıt Kredisi	X	X	X	3.739
Konut Kredisi	X	X	X	7.266
Tüketici Kredisi	X	X	X	241.742
Y_{zjw}	56.961	69.483	126.304	

Çizelge 6.4. Antalya için kredibilite faktör değerleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$z_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	0,8942	0,8942	0,8942	0,9781
Konut Kredisi	0,8942	0,8942	0,8942	0,9781
Tüketici Kredisi	0,8942	0,8942	0,8942	0,9781
$z_j^{(2)}$	0,0001	0,0001	0,0001	

EK-6. (devam) Akdeniz Bölgesi İçin Hesaplamalar

Çizelge 6.5. Antalya için E bileşenleri

	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$E_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	-1.902	-1.458	-871	-70.287
Konut Kredisi	-1.013	-314	-2.449	-62.712
Tüketici Kredisi	-49.567	16.740	40.833	132.999
$E_j^{(2)}$	-2	1	2	

Çizelge 6.6. Antalya için düzeltilmiş ağırlıklı ortalamalar

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Y_{izw}
Taşıt Kredisi	X	X	X	1.962
Konut Kredisi	X	X	X	9.708
Tüketici Kredisi	X	X	X	209.811
Y_{zjw}	54.262	79.407	87.812	

Çizelge 6.7. Hatay için kredibilite faktör değerleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$z_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	0,4704	0,4704	0,4704	0,9920
Konut Kredisi	0,4704	0,4704	0,4704	0,9920
Tüketici Kredisi	0,4704	0,4704	0,4704	0,9920
$z_j^{(2)}$	0,0569	0,0569	0,0569	

Çizelge 6.8. Hatay için E bileşenleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$E_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	-36	-32	-289	-31.230
Konut Kredisi	648	-1.015	-202	-28.137
Tüketici Kredisi	-2.560	-4.366	7.604	59.368
$E_j^{(2)}$	-83	-221	304	

EK-4. (devam) Akdeniz Bölgesi İçin Hesaplamalar

Çizelge 6.9. Hatay için düzeltilmiş ağırlıklı ortalamalar

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Y_{izw}
Taşıt Kredisi	X	X	X	1.122
Konut Kredisi	X	X	X	4.240
Tüketici Kredisi	X	X	X	92.453
Y_{zjw}	31.141	28.725	37.950	

EK-7. Orta Anadolu Bölgesi İçin Hesaplamalar

Çizelge 7.1. Kayseri için kredibilite faktör değerleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$z_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	0,7276	0,7276	0,7276	0,9905
Konut Kredisi	0,7276	0,7276	0,7276	0,9905
Tüketici Kredisi	0,7276	0,7276	0,7276	0,9905
$z_j^{(2)}$	0,0119	0,0119	0,0119	

Çizelge 7.2. Kayseri için E bileşenleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$E_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	-263	-118	-134	-24.620
Konut Kredisi	-310	416	-610	-22.567
Tüketici Kredisi	-8.184	-43	9.214	47.187
$E_j^{(2)}$	-49	2	47	

Çizelge 7.3. Kayseri için düzeltilmiş ağırlıklı ortalamalar

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Y_{izw}
Taşıt Kredisi	X	X	X	425
Konut Kredisi	X	X	X	2.498
Tüketici Kredisi	X	X	X	72.921
Y_{zjw}	21.221	25.414	29.209	

Çizelge 7.4. Kırıkkale için kredibilite faktör değerleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$z_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	0,7286	0,7286	0,7286	0,9923
Konut Kredisi	0,7286	0,7286	0,7286	0,9923
Tüketici Kredisi	0,7286	0,7286	0,7286	0,9923
$z_j^{(2)}$	0,3169	0,3169	0,3169	

EK-7. (devam) Orta Anadolu Bölgesi İçin Hesaplamalar

Çizelge 7.5. Kırıkkale için E bileşenleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$E_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	-105	156	-198	-8.694
Konut Kredisi	-315	340	-562	-7.313
Tüketici Kredisi	539	-2.305	2.037	16.007
$E_j^{(2)}$	25	-296	271	

Çizelge 7.6. Kırıkkale için düzeltilmiş ağırlıklı ortalamalar

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Y_{izw}
Taşıt Kredisi	X	X	X	103
Konut Kredisi	X	X	X	1.495
Tüketici Kredisi	X	X	X	24.996
Y_{zjw}	8.944	7.930	9.720	

EK-8. Batı Karadeniz Bölgesi İçin Hesaplamalar

Çizelge 8.1. Zonguldak için kredibilite faktör değerleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$z_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	0,3010	0,3010	0,3010	0,9968
Konut Kredisi	0,3010	0,3010	0,3010	0,9968
Tüketici Kredisi	0,3010	0,3010	0,3010	0,9968
$z_j^{(2)}$	0,1257	0,1257	0,1257	

Çizelge 8.2. Zonguldak için E bileşenleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$E_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	-72	38	-11	-15.297
Konut Kredisi	115	-123	-87	-14.089
Tüketici Kredisi	672	-894	307	29.386
$E_j^{(2)}$	114	-147	33	

Çizelge 8.3. Zonguldak için düzeltilmiş ağırlıklı ortalamalar

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Y_{izw}
Taşıt Kredisi	X	X	X	241
Konut Kredisi	X	X	X	1.453
Tüketici Kredisi	X	X	X	45.068
Y_{zjw}	16.494	14.417	15.852	

Çizelge 8.4. Kastamonu için kredibilite faktör değerleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$z_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	0,7966	0,7966	0,7966	0,9917
Konut Kredisi	0,7966	0,7966	0,7966	0,9917
Tüketici Kredisi	0,7966	0,7966	0,7966	0,9917
$z_j^{(2)}$	0,3108	0,3108	0,3108	

EK-8. (devam) Batı Karadeniz Bölgesi İçin Hesaplamalar

Çizelge 8.5. Kastamonu için E bileşenleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$E_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	-47	210	-266	-5.151
Konut Kredisi	31	86	-465	-4.743
Tüketici Kredisi	-522	-1.122	1.843	9.894
$E_j^{(2)}$	-102	-108	210	

Çizelge 8.6. Kastamonu için düzeltilmiş ağırlıklı ortalamalar

[illegible]				
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Y_{izw}
Taşıt Kredisi	X	X	X	176
Konut Kredisi	X	X	X	587
Tüketici Kredisi	X	X	X	15.348
Y_{zjw}	5.043	5.022	6.045	

Çizelge 8.7. Samsun için kredibilite faktör değerleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$z_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	0,7601	0,7601	0,7601	0,9904
Konut Kredisi	0,7601	0,7601	0,7601	0,9904
Tüketici Kredisi	0,7601	0,7601	0,7601	0,9904
$z_j^{(2)}$	0,2041	0,2041	0,2041	

Çizelge 8.8. Samsun için E bileşenleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$E_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	232	121	-927	-26.048
Konut Kredisi	1.307	-1.088	-1.587	-23.685
Tüketici Kredisi	-6.673	-2.270	10.038	49.733
$E_j^{(2)}$	-577	-269	846	

EK-8. (devam) Batı Karadeniz Bölgesi İçin Hesaplamalar

Çizelge 8.9. Samsun için düzeltilmiş ağırlıklı ortalamalar

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Y_{izw}
Taşıt Kredisi	X	X	X	443
Konut Kredisi	X	X	X	2.830
Tüketici Kredisi	X	X	X	76.956
Y_{zjw}	23.914	25.426	30.889	

EK-9. Doğu Karadeniz Bölgesi İçin Hesaplamalar

Çizelge 9.1. Trabzon için kredibilite faktör değerleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$z_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	0,8272	0,8272	0,8272	0,9870
Konut Kredisi	0,8272	0,8272	0,8272	0,9870
Tüketici Kredisi	0,8272	0,8272	0,8272	0,9870
$z_j^{(2)}$	0,1851	0,1851	0,1851	

Çizelge 9.2. Trabzon için E bileşenleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$E_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	79	95	-603	-13.171
Konut Kredisi	735	-678	-933	-12.196
Tüketici Kredisi	-4.520	-1.206	6.554	25.366
$E_j^{(2)}$	-339	-120	459	

Çizelge 9.3. Trabzon için düzeltilmiş ağırlıklı ortalamalar

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Y_{izw}
Taşıt Kredisi	X	X	X	271
Konut Kredisi	X	X	X	1.259
Tüketici Kredisi	X	X	X	39.314
Y_{zjw}	11.782	12.967	16.096	

EK-10. Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi İçin Hesaplamalar

Çizelge 10.1. Erzurum için kredibilite faktör değerleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$z_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	0,9299	0,9299	0,9299	0,9658
Konut Kredisi	0,9299	0,9299	0,9299	0,9658
Tüketici Kredisi	0,9299	0,9299	0,9299	0,9658
$z_j^{(2)}$	0,0731	0,0731	0,0731	

Çizelge 10.2. Erzurum için E bileşenleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$E_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	-410	-61	-514	-9.968
Konut Kredisi	307	-375	-1.064	-8.560
Tüketici Kredisi	7.270	-8.884	3.444	18.528
$E_j^{(2)}$	203	-255	53	

Çizelge 10.3. Erzurum için düzeltilmiş ağırlıklı ortalamalar

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Y_{izw}
Taşıt Kredisi	X	X	X	278
Konut Kredisi	X	X	X	1.736
Tüketici Kredisi	X	X	X	29.783
Y_{zjw}	13.371	7.106	11.321	

Çizelge 10.4. Ağrı için kredibilite faktör değerleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$z_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	0,9064	0,9064	0,9064	0,9298
Konut Kredisi	0,9064	0,9064	0,9064	0,9298
Tüketici Kredisi	0,9064	0,9064	0,9064	0,9298
$z_j^{(2)}$	0,0168	0,0168	0,0168	

EK-10. (devam) Kuzeydoğu Anadolu Bölgesi İçin Hesaplamalar

Çizelge 10.5. Ağrı için E bileşenleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$E_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	-447	-433	-419	-6.331
Konut Kredisi	-464	-218	-576	-5.946
Tüketici Kredisi	9.354	-6.927	92	12.277
$E_j^{(2)}$	53	-47	-6	

Çizelge 10.6. Ağrı için düzeltilmiş ağırlıklı ortalamalar

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Y_{izw}
Taşıt Kredisi	X	X	X	101
Konut Kredisi	X	X	X	515
Tüketici Kredisi	X	X	X	20.114
Y_{zjw}	10.068	4.090	6.572	

EK-11. Ortadoğu Anadolu Bölgesi İçin Hesaplamalar

Çizelge 11.1. Malatya için kredibilite faktör değerleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$z_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	0,5750	0,5750	0,5750	0,9927
Konut Kredisi	0,5750	0,5750	0,5750	0,9927
Tüketici Kredisi	0,5750	0,5750	0,5750	0,9927
$z_j^{(2)}$	0,2193	0,2193	0,2193	

Çizelge 11.2. Malatya için E bileşenleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$E_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	-135	216	-225	-11.364
Konut Kredisi	182	-629	-144	-10.310
Tüketici Kredisi	131	-2.595	2.739	21.674
$E_j^{(2)}$	29	-415	386	

Çizelge 11.3. Malatya için düzeltilmiş ağırlıklı ortalamalar

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Y_{izw}
Taşıt Kredisi	X	X	X	289
Konut Kredisi	X	X	X	1.351
Tüketici Kredisi	X	X	X	33.570
Y_{zjw}	11.869	9.845	13.497	

Çizelge 11.4. Van için kredibilite faktör değerleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$z_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	0,7719	0,7719	0,7719	0,9726
Konut Kredisi	0,7719	0,7719	0,7719	0,9726
Tüketici Kredisi	0,7719	0,7719	0,7719	0,9726
$z_j^{(2)}$	0,0940	0,0940	0,0940	

EK-11. (devam) Ortadoğu Anadolu Bölgesi İçin Hesaplamalar

Çizelge 11.5. Van için E bileşenleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$E_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	-671	-40	-245	-14.629
Konut Kredisi	-757	220	-630	-13.970
Tüketici Kredisi	10.113	-8.467	222	28.599
$E_j^{(2)}$	389	-360	-29	

Çizelge 11.6. Van için düzeltilmiş ağırlıklı ortalamalar

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Y_{izw}
Taşıt Kredisi	X	X	X	344
Konut Kredisi	X	X	X	1.022
Tüketici Kredisi	X	X	X	44.791
Y_{zjw}	19.525	11.557	15.075	

EK-12. Güneydoğu Anadolu Bölgesi İçin Hesaplamalar

Çizelge 12.1. Mardin için kredibilite faktör değerleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$z_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	0,5909	0,5909	0,5909	0,9732
Konut Kredisi	0,5909	0,5909	0,5909	0,9732
Tüketici Kredisi	0,5909	0,5909	0,5909	0,9732
$z_j^{(2)}$	0,1487	0,1487	0,1487	

Çizelge 12.2. Mardin için E bileşenleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$E_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	-91	106	-660	-13.224
Konut Kredisi	272	-490	-921	-12.658
Tüketici Kredisi	-3.134	-3.150	7.545	25.881
$E_j^{(2)}$	-291	-297	588	

Çizelge 12.3. Mardin için düzeltilmiş ağırlıklı ortalamalar

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Y_{izw}
Taşıt Kredisi	X	X	X	634
Konut Kredisi	X	X	X	1.215
Tüketici Kredisi	X	X	X	40.814
Y_{zjw}	12.264	12.226	18.172	

Çizelge 12.4. Şanlıurfa için kredibilite faktör değerleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$z_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	0,7660	0,7660	0,7660	0,9627
Konut Kredisi	0,7660	0,7660	0,7660	0,9627
Tüketici Kredisi	0,7660	0,7660	0,7660	0,9627
$z_j^{(2)}$	0,0295	0,0295	0,0295	

EK-12. (devam) Güneydoğu Anadolu Bölgesi İçin Hesaplamalar

Çizelge 12.5. Şanlıurfa için E bileşenleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$E_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	-1.123	-536	-1.193	-32.007
Konut Kredisi	413	-1.828	-1.645	-29.185
Tüketici Kredisi	-5.858	-17.475	28.787	61.191
$E_j^{(2)}$	-87	-256	343	

Çizelge 12.6. Şanlıurfa için düzeltilmiş ağırlıklı ortalamalar

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Y_{izw}
Taşıt Kredisi	X	X	X	644
Konut Kredisi	X	X	X	3.576
Tüketici Kredisi	X	X	X	97.457
Y_{zjw}	30.947	25.203	45.526	

Çizelge 12.7. Gaziantep için kredibilite faktör değerleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$z_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	0,8823	0,8823	0,8823	0,9705
Konut Kredisi	0,8823	0,8823	0,8823	0,9705
Tüketici Kredisi	0,8823	0,8823	0,8823	0,9705
$z_j^{(2)}$	0,0428	0,0428	0,0428	

Çizelge 12.8. Gaziantep için E bileşenleri

Takipteki Kredi Türü (i)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	$E_i^{(1)}$
Taşıt Kredisi	-980	-810	-1.374	-39.291
Konut Kredisi	-116	-1.224	-2.085	-34.591
Tüketici Kredisi	-19.881	-9.524	35.356	73.882
$E_j^{(2)}$	-354	-184	539	

EK-12. (devam) Güneydoğu Anadolu Bölgesi İçin Hesaplamalar

Çizelge 12.9. Gaziantep için düzeltilmiş ağırlıklı ortalamalar

Takipteki Kredi Türü (i, Bin TL)	Banka Türü (j)			
	Kamusal Sermayeli	Yabancı Sermayeli	Özel Sermayeli	Y_{izw}
Taşıt Kredisi	X	X	X	1.243
Konut Kredisi	X	X	X	6.085
Tüketici Kredisi	X	X	X	117.859
Y_{zjw}	33.450	37.419	54.318	



Gazili olmak ayrıcalıktır