



CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ

Sosyal Bilimler Enstitüsü

İşletme Ana Bilim Dalı

Sayısal Yöntemler Bilim Dalı

**BANKALARIN TİCARİ KREDİ VERME DAVRANIŞLARININ
BULANIK MANTIK TOPSIS VE BULANIK ANALİTİK
HİYERARŞİ SÜRECİ İLE İNCELENMESİ**

Doktora Tezi

Engin KARAKIŞ

**Sivas
Şubat 2016**

CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
Sosyal Bilimler Enstitüsü
İşletme Ana Bilim Dalı
Sayısal Yöntemler Bilim Dalı

BANKALARIN TİCARİ KREDİ VERME DAVRANIŞLARININ
BULANIK MANTIK TOPSIS VE BULANIK ANALİTİK
HİYERARŞİ SÜRECİ İLE İNCELENMESİ

Doktora Tezi

Engin KARAKIŞ

Tez Danışmanı:
Prof. Dr. Z. Gökalg GÖKTOLGA

Sivas
Şubat 2016

KABUL VE ONAY

Üniversite: : Cumhuriyet Üniversitesi
Enstitü : Sosyal Bilimler Enstitüsü
Ana Bilim Dalı : İşletme
Bilim Dalı : Sayısal Yöntemler
Tezin Başlığı : Bankaların Ticari Kredi Verme Davranışlarının Bulanık Mantık TOPSIS ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci ile İncelenmesi
Savunma Tarihi : 19.01.2016
Danışmanı : Prof. Dr. Z. Gökalg GÖKTOLGA

Unvanı - Adı Soyadı

İmza

Jüri Başkanı : Prof. Dr. Mahmut KARTAL

Üye : Prof. Dr. Z. Gökalg GÖKTOLGA

Üye : Doç. Dr. Hüdaverdi BİRCAN

Üye : Doç. Dr. Cavit YEŞİLYURT

Üye : Doç. Dr. Ötüken SENER

Oy Birliği ☒

Oy Çokluğu ☐

Engin KARAKIŞ tarafından hazırlanan "Bankaların Ticari Kredi Verme Davranışlarının Bulanık Mantık TOPSIS ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci ile İncelenmesi" başlıklı tez, kabul edilmiştir. / /

Prof. Dr. Metin BOZKUŞ
Enstitü Müdürü

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü bünyesinde hazırladığım bu Yüksek Lisans/Doktora/Sanatta Yeterlik tezinin bizzat tarafımdan ve kendi sözcüklerimle yazılmış orijinal bir çalışma olduğunu ve bu tezde;

- 1- Çeşitli yazarların çalışmalarından faydalandığımda bu çalışmaların ilgili bölümlerini doğru ve net biçimde göstererek yazarlara açık biçimde atıfta bulunduğumu;
- 2- Yazdığım metinlerin tamamı ya da sadece bir kısmı, daha önce herhangi bir yerde yayımlanmışsa bunu da açıkça ifade ederek gösterdiğimi;
- 3- Başkalarına ait alıntılanan tüm verileri (tablo, grafik, şekil vb. de dahil olmak üzere) atıflarla belirttiğimi;
- 4- Başka yazarların kendi kelimeleriyle alıntıladığım metinlerini, tırnak içerisinde veya farklı dizerek verdiğim yine başka yazarlara ait olup fakat kendi sözcüklerimle ifade ettiğim hususları da istisnasız olarak kaynak göstererek belirttiğimi,

beyan ve bu etik ilkeleri ihlal etmiş olmam halinde bütün sonuçlarına katlanacağımı kabul ederim.

Engin KARAKIŞ

TEŞEKKÜR

Bu tezin hazırlanmasında yakın ilgi ve yardımları ile beni yönlendiren değerli danışman hocam Prof. Dr. Z. Gökalp GÖKTOLGA'ya çok teşekkür ederim. Tez çalışmam sırasında anketlerin doldurulması için vakit ayıran ve fikirlerini paylaşan adlarını tek tek sayamayacağım şube yöneticilerine teşekkürü borç bilirim. Her tez çalışması gibi, zaman alan ve sabır isteyen çalışmamda bana destek olan sevgili eşime ve çocuklarıma çok teşekkür ederim. Hayatımın her döneminde fedakârca destek olan anneme ve babama sonsuz teşekkür ederim.

Kredi Taleplerinin hızlı ve etkin bir şekilde değerlendirilmesi amacıyla Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden AHP ve TOPSIS yöntemleri bu çalışmada Bulanık Mantık ile bütünleşik bir model olarak önerilmiştir. Çalışmanın yoğun rekabet ortamında çalışan finans sektörüne faydalı olmasını dilerim.

Engin KARAKIŞ

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	
ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI.....	
TEŞEKKÜR.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
KISALTMALAR	xii
TABLolar LİSTESİ	xiii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xvi
ÖZET VE ANAHTAR KELİMELER.....	xviii
ABSTRACT AND KEYWORDS	xix
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

KARAR TEORİSİ VE

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME

1.1. Karar Verme.....	6
1.2. Karar Verme Süreci	7
1.2.1. Karar Probleminin Unsurları.....	8
1.3. Karar Modelleri.....	9
1.3.1. Belirlilik Altında Karar Verme	10
1.3.2. Belirsizlik Altında Karar Verme	10
1.3.3. Risk Altında Karar Verme	12
1.3.4. Belirsizlik ve Risk Altında Karar Verme	13
1.4. Çok Kriterli Karar Verme	13
1.4.1. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri	13
1.4.1.1 Analitik Hiyerarşi Prosesi	18
1.4.1.1.1. AHP'nin Aksiyomları	19
1.4.1.1.2. Hiyerarşik Yapının Oluşturulması	22
1.4.1.1.3. İkili Karşılaştırma Matrisi ve Temel Özellikleri	25
1.4.1.1.4. AHP'de Özdeğer ve Özvektör	27

1.4.1.1.5. AHP’de Tutarlılık (Uyum Oranı)	29
1.4.1.1.6. AHP’de Öncelik Değerlerinin Belirlenmesi	32
1.4.1.1.7. AHP’de Alternatiflerin Değerlendirilmesi	33
1.4.1.1.8. AHP ile Grup Kararı Verilmesi	33
1.4.1.1.9. AHP’nin Üstün ve Zayıf Yönleri	34
1.4.1.2. TOPSIS Yöntemi	35
1.4.1.3. ELECTRE Yöntemi	40
1.4.1.4. Veri Zarflama Analizi	43
1.4.1.5. PROMETHEE Yöntemi	44
1.4.1.6. MAUT	45
1.4.1.7. UTADIS	46
1.4.1.8. MACBETH	47
1.4.1.9. Analitik Ağ Süreci	48
1.4.1.10. VIKOR	49

İKİNCİ BÖLÜM

BULANIK MANTIK,

BULANIK KÜME TEORİSİ VE BULANIK SAYILAR

2.1. Bulanık Mantık Kavramı.....	52
2.1.1. Bulanık Mantık ve Olasılık Teorisi	55
2.1.2. Bulanık Mantık Uygulamalarının Gelişimi	56
2.2. Bulanık Küme Teorisi	58
2.2.1. Klasik Kümeler	59
2.2.2. Bulanık Kümeler	61
2.2.3. Bulanık Kümelerde İşlemler	64
2.3. Bulanık Sayılar	71
2.3.1. Üyelik Fonksiyonu	73
2.3.2. Üyelik Fonksiyonu Kısımları	73
2.3.3. Üyelik Fonksiyonunun Özellikleri	74
2.3.4. Üyelik Fonksiyonu Çeşitleri	76
2.3.4.1. Üçgen Üyelik Fonksiyonu	76

2.3.4.2. Yamuk Üyelik Fonksiyonu	77
2.3.5. Üyelik Fonksiyonlarının Belirlenmesi	77
2.3.6. Dilsel(Sözel) Değişkenler	78
2.3.7. α Kesim Kümesi	80
2.3.8. Bulanık Sayılarda İşlemler	81
2.3.9. Üçgen Bulanık Sayılar Arasındaki Uzaklık	82
2.3.10. Bulanık Sayılarda Sıralama	82
2.3.10.1. Liou-Wang'ın Yöntemi	83
2.3.10.2. Abdel-Kader Dugdale Yöntemi	83
2.3.10.3. Kareli Ortalama Yöntemi	84
2.3.11. Bulanık Sayılarda Durulaştırma	85
2.3.11.1. Maksimum Üyelik Yöntemi	85
2.3.11.2. Ortalama Maksimum Üyelik Yöntemi	86
2.3.11.3. En Büyük İlk veya Son Üyelik Derecesi Yöntemi	87
2.3.11.4. Ağırlıklı Ortalama Yöntemi	87
2.3.11.5. Ağırlık Merkezi Yöntemi	88
2.3.11.6. Yager Sıralama Yöntemi	88
2.3.11.7. Kwong ve Bai Yöntemi	88
2.3.11.8. Cheng, Chen ve Chen Yöntemi	89
2.4. Bulanık Mantık Yaklaşımının Avantaj ve Dezavantajları	89

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BULANIK ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME

BULANIK AHP VE BULANIK TOPSIS

3.1. Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci	94
3.1.1. Bulanık AHP Yöntemleri	94
3.1.1.1. Van Laarhoven ve Pedrycz Yaklaşımı	95
3.1.1.2. Cheng'in Yaklaşımı	95
3.1.1.3. Buckley Yaklaşımı	96
3.1.1.4. Chang'in Genişletilmiş Bulanık AHP Yöntemi	97

3.2. Bulanık TOPSIS Yöntemi	100
3.2.1. Vertex Metodu	100
3.2.2. Chen'in Bulanık TOPSIS Yöntemi	102

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

KREDİ KAVRAMI VE TİCARİ KREDİ TALEPLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ PROBLEMİ

4.1. Kredi Kavramı.....	110
4.1.1. Kredinin Tanımı	110
4.1.2. Kredinin Unsurları	110
4.1.3. Kredinin Sınıflandırılması	111
4.1.4. Kredilerin Ekonomik İşlevleri	112
4.2. Kredi Taleplerinin Değerlendirilmesi	114
4.2.1. Kredilendirmede Temel İlkeler	115
4.2.1.1. Karakter	116
4.2.1.2. Kapasite	116
4.2.1.3. Kapital	116
4.2.1.4. Koşullar	117
4.2.1.5. Teminat	117
4.2.2. Kantitatif Analiz	118
4.2.3. Kalitatif Analiz	119
4.3. İstihbarat ve Kaynakları	120
4.3.1. Kalitatif İstihbarat Kaynakları	121
4.3.1.1. Resmi ve Yarı Resmi İstihbarat Kaynakları	121
4.3.1.1.1. Risk Santralizasyonu	121
4.3.1.1.2. Kredi Kayıt Bürosu	122
4.3.1.1.3. Ticaret ve Sanayi Odası Kayıtları	123
4.3.1.1.4. Sanayi ve Ticaret Bakanlığı	123
4.3.1.1.5. Tapu ve Kadastro Müdürlükleri	123
4.3.1.1.6. Noterler	123
4.3.1.1.7. Diğer Resmi kaynaklar	123

4.3.1.2. Resmi Olmayan İstihbarat Kaynakları	124
4.3.1.2.1. Şirket Ana Sözleşmesi	124
4.3.1.2.2. Hesap Durumu Belgesi	124
4.3.1.2.3. Rakip ve Komşu Firmalar	125
4.3.1.2.4. Banka İçi Kaynaklar	125
4.3.1.2.5. İnternet Gazete ve Dergi kaynakları	125
4.3.1.2.6. Diğer Rapor ve Belgeler	125
4.3.2. Kantitatif İstihbarat Kaynakları	125
4.3.2.1. Mali Tablolar	125
4.3.2.2. Bağımsız Denetim Kuruluşlarının Raporları	126
4.4. Asimetrik Bilgi ve Finansal Raporlamanın Sınırlılıkları	126
4.4.1. Kredi Piyasası ve Asimetrik Bilgi	127
4.4.2. Finansal Analiz ve Raporların Sınırlılıkları	129
4.5. Risk ve Kredi Riski Yönetimi	132
4.5.1. Bankacılıkta Karşılaşılan Riskler	134
4.6. Kredi Riski Ölçüm Yöntemleri	135
4.6.1. Kredi Riski Ölçümünde Geleneksel Yöntem: Ekspertiz Modelleri	137
4.6.2. Kredi Skorlama Modelleri	137
4.6.2.1. Lineer Olasılık Modeli	138
4.6.2.2. Logit Modeli	139
4.6.2.3. Probit Modeli	139
4.6.2.4. Lineer Diskriminant Modelleri	140
4.6.3. Kredi Skorlama Modellerinin Eksik Yanları	140
4.6.4. Gelişmiş Modeller	142
4.6.4.1. Merton Tabanlı Modeller	142
4.6.4.2. Tarihsel Temerrüt Oranı Yaklaşımı	143
4.6.4.3. Tarihsel Dönem Yapı Yaklaşımı	144
4.6.4.4. Opsiyonlu Temerrüt Modeli	144
4.6.4.5. Sermayenin Risk Ayarlı Getirisi(RAROC Modelleri).....	145

BEŞİNCİ BÖLÜM
TİCARİ KREDİ TALEPLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE
BULANIK AHP ve BULANIK TOPSIS'İN UYGULANMASI

5.1. Literatür Taraması	148
5.2. Bulanık AHP Yöntemi ile Ticari Kredi Taleplerinin Değerlendirilmesi	154
5.2.1. Karar Kriterlerinin Belirlenmesi ve Hiyerarşik Yapının Oluşturulması	155
5.2.2. Bulanık İkili Karşılaştırma Matrislerinin Oluşturulması	157
5.2.3. Chang'ın Bulanık AHP Yöntemi ile Hesaplama.....	159
5.2.4. İkili Karşılaştırma Matrislerinin Tutarlılığı	174
5.2.5. Firma Performans Notunun Hesaplanması	174
5.2.6. Firma Kredi Notunun Hesaplanması	176
5.2.7. Firma Kredi Notu Hesaplama Tablosu	177
5.3. Bulanık TOPSIS ile Ticari Kredi Taleplerinin Değerlendirilmesi.....	185
5.3.1. Karar Kriterlerinin belirlenmesi	185
5.3.2. Karar Kriterlerinin Önem Ağırlıklarının Bulunması	187
5.3.3. Bulanık Karar Matrisinin Oluşturulması	189
5.3.4. Normalize Edilmiş Bulanık Karar Matrisinin Elde Edilmesi	192
5.3.5. Ağırlıklı Normalize Edilmiş Bulanık Karar Matrisinin Elde Edilmesi	193
5.3.6. Bulanık Pozitif İdeal Çözüm ve Negatif İdeal Çözümün Belirlenmesi	194
5.3.7. Bulanık Pozitif İdeal Çözümünden ve Bulanık Negatif İdeal Çözümünden Uzaklıkların Bulunması.....	195
5.3.8. Yakınlık Katsayılarının Hesaplanarak Firmalar İçin Kredi Notu Oluşturulması	199
5.4. Bulanık AHP-Bulanık TOPSIS Bütünleşik Karar Modeli ile Ticari Kredi Taleplerinin Değerlendirilmesi	200
5.4.1. Normalize Edilmiş Bulanık Karar Matrisinin Elde Edilmesi	201
5.4.2. Ağırlıklı Normalize Edilmiş Bulanık Karar Matrisinin Elde Edilmesi	202
5.4.3. Bulanık Pozitif İdeal Çözüm ve Negatif İdeal Çözümün Belirlenmesi	204

5.4.4. Bulanık Pozitif İdeal Çözümünden ve Bulanık Negatif İdeal Çözümünden Uzaklıkların Bulunması	205
5.4.5. Yakınlık katsayılarının hesaplanarak firmalar için kredi notu oluşturulması	208
SONUÇ	213
KAYNAKÇA	221
EKLER	235
ÖZGEÇMİŞ.....	241

KISALTMALAR

AHP	:	Analitik Hiyerarşı Süreci
BAHP	:	Bulanık Analitik Hiyerarşı Süreci
BDDK	:	Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurulu
CR	:	Tutarlılık oranı
CI	:	Tutarlılık indeksi
ÇKKV	:	Çok Kriterli Karar Verme
ÇAKV	:	Çok Amaçlı Karar Verme
ÇNKV	:	Çok Nitelikli Karar Verme
İMKB	:	İstanbul Menkul Kıymetler Borsası
KKB	:	Kredi Kayıt Bürosu
KOSGEB	:	Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı
TBB	:	Türkiye Bankalar Birliği
TCMB	:	Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası
TOBB	:	Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği
TOPSIS	:	İdeal Çözümlere Yakınlık Yoluyla Tercihlerin Sıralanması Tekniği
TÜİK	:	Türkiye İstatistik Kurumu
RI	:	Saaty'nin rastgele İndeksi
λ_{max}	:	En büyük özdeğer

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo No	Tablo Adı	Sayfa
Tablo 1.1.	Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri	15
Tablo 1.2.	İkili Karşılaştırmalar Matrisi	25
Tablo 1.3.	İkili Karşılaştırmalar Ölçeği	26
Tablo 1.4.	Farklı Bilim Adamlarının Önerdikleri RI Değerleri	32
Tablo 2.1.	Bulanık Mantığın Teknolojideki Uygulama Alanları	57
Tablo 3.1.	Kriterler İçin Göreli Önem Ağırlıklarını Gösteren Değişkenler ve Üçgen Bulanık Sayı Olarak İfadeleri	103
Tablo 3.2.	Alternatiflerin Değerlendirilmesi İçin Kullanılan Sözel Değişkenler ve Üçgen Bulanık Sayı Olarak İfadeleri	104
Tablo 3.3.	Yakınlık Katsayılarına Göre Alternatiflerin Değerlendirilmesi	108
Tablo 4.1.	Kredi Türleri	112
Tablo 5.1.	AHP' de Bulanık Önem Dereceleri	158
Tablo 5.2.	Amaçla İlgili Ana Kriterlerin Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi	159
Tablo 5.3.	Mali Tablolar Analizi Ana Kriteri Alt Kriterlerinin Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi.	163
Tablo5.4.	Firmanın Ortak ve Yöneticilerinin Moraliteleri Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi	166
Tablo5.5.	Firma Kapasitesi ve Borç Ödeme Performansı Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi	168
Tablo 5.6.	Sektörün Ekonomik Durumu ve Sektördeki Gelişmeler Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi	171
Tablo 5.7.	Karar Analizindeki Ana ve Alt Kriterlerin Bulanık AHP ile Hesaplanan Önem Ağırlıkları	173
Tablo 5.8.	Firmaların Nitel Kriterler Bazında Değerlendirilmesi İçin Kullanılan Sözel Değişkenler ve Bulanık Sayı Olarak İfadeleri	175
Tablo 5.9.	Firmaların Kriterler Bazında Dilsel Değerlendirmeleri	176
Tablo 5.10.	Firmalar İçin Bulanık AHP ile oluşturulan Ticari Kredi Notu Hesaplama Tablosu.....	179
Tablo 5.11.	Firma 1 İçin Firma Ticari Kredi Notu Hesaplaması ve Kriter Ağırlıkları	180

Tablo 5.12. Firma 2 İçin Firma Ticari Kredi Notu Hesaplaması ve	
Kriter Ağırlıkları	181
Tablo 5.13. Firma 3 İçin Firma Ticari Kredi Notu Hesaplaması ve	
Kriter Ağırlıkları	182
Tablo 5.14. Firma 4 İçin Firma Ticari Kredi Notu Hesaplaması ve	
Kriter Ağırlıkları	183
Tablo 5.15. Firma 5 İçin Firma Ticari Kredi Notu Hesaplaması ve	
Kriter Ağırlıkları	184
Tablo 5.16. Kriterler İçin Göreli Önem Ağırlıklarını Gösteren Değişkenler ve	
Üçgen Bulanık Sayı Olarak İfadeleri	188
Tablo 5.17. Karar Vericilerce Kriterlerin Dilsel Değerlendirmesi	189
Tablo 5.18. Firmaların Değerlendirilmesi İçin Kullanılan Sözel Değişkenler ve	
Üçgen Bulanık Sayı Olarak İfadeleri	190
Tablo 5.19. Firmalarının Kriterlere Göre Dilsel Değerlendirmeleri	191
Tablo 5.20. Bulanık Karar Matrisi	192
Tablo 5.21. Normalize Bulanık Karar Matrisi	193
Tablo 5.22. Ağırlıklı Normalize Bulanık Karar Matrisi.....	194
Tablo 5.23. Kriterlere Göre Firmaların Bulanık Pozitif İdeal Çözümünden	
Uzaklıkları.....	198
Tablo 5.24. Kriterlere Göre Firmaların Bulanık Negatif İdeal Çözümünden	
Uzaklıkları.....	198
Tablo 5.25. d_i^+ , d_i^- ve CC_i ' nin hesaplanması.....	199
Tablo 5.26. Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS'e göre Firmaların Kredi Notları	200
Tablo 5.27. Bulanık Karar Matrisi	201
Tablo 5.28. Normalize Bulanık Karar Matrisi	202
Tablo 5.29. Bulanık AHP ağırlıkları ile Ağırlıklı Normalize Bulanık Karar	
Matrisi	203
Tablo 5.30. Kriterlere Göre Firmaların Bulanık Pozitif İdeal Çözümünden	
Uzaklıkları	207
Tablo 5.31. Kriterlere Göre Firmaların Bulanık Negatif İdeal Çözümünden	
Uzaklıkları	207
Tablo 5.32. d_i^+ , d_i^- ve CC_i değerlerinin hesaplanması.	208

Tablo 5.33. Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS ve Bütünleşik Model ile Firmaların Kredi Notları göre Firmaların Kredi Notları	209
Tablo 5.34. Yakınlık Katsayısı ve Firma Kredi Notuna Göre Firma Değerlendirme Tablosu	210

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa
Şekil 1.1.	Yöneylem Araştırması Problem Çözüm Yaklaşımının İşleyiş Süreci	8
Şekil 1.2.	ÇKKV Yöntemlerinin İşlevleri	14
Şekil 1.3.	Karar Tekniklerinin Sınıflandırılması	16
Şekil 1.4.	Dört Aşamalı Hiyerarşik Yapı	24
Şekil 1.5.	TOPSIS Yönteminin Geometrik Gösterimi	35
Şekil 2.1.	Klasik Küme Gösterimi	59
Şekil 2.2.	Bulanıklaştırılmış Gösterim	61
Şekil 2.3.	Bulanık Küme	63
Şekil 2.4.	Bulanık Alt Küme	66
Şekil 2.5.	Bulanık Kümelerde Birleşim	67
Şekil 2.6.	Bulanık Kümelerde Kesişim	69
Şekil 2.7.	α Kesim Kümesi	70
Şekil 2.8.	Bulanık Sayılar	71
Şekil 2.9.	Üçgen, Yamuk ve Eğri Üyelik fonksiyonu	73
Şekil 2.10.	Üyelik Fonksiyonu Kısımları	74
Şekil 2.11.	Normal (a) ve Normal Olmayan Küme (b)	75
Şekil 2.12.	Normal (a) ve Normal Olmayan Küme (b)	75
Şekil 2.13.	Üçgen Üyelik Fonksiyonu	76
Şekil 2.14.	Yamuk Üyelik Fonksiyonu	77
Şekil 2.15.	Tecrübe Sözel Değişkenin Bulanık Küme Fonksiyonu	79
Şekil 2.16.	Üçgen Bulanık Sayılarda α Kesimi	81
Şekil 2.17.	Maksimum Üyelik Yöntemi	86
Şekil 2.18.	Ortalama Maksimum Üyelik Yöntemi	86
Şekil 2.19.	Ağırlıklı Ortalama Yöntemi	87
Şekil 3.1.	M_1 ve M_2 arasındaki kesişim noktası	99
Şekil 3.2.	Üç Üçgen Bulanık Sayının Uzaklıkları	102
Şekil 3.3.	Kriterler için Önem Ağırlıklarını Gösteren Üçgen Bulanık Sayılar	103
Şekil 3.4.	Alternatiflerin Değerlendirilmesinde Kullanılan Üçgen Bulanık Sayılar	104

Şekil 5.1. Kredi Taleplerinin Değerlendirilmesi Probleminin Hiyerarşik Yapısı...	157
Şekil 5.2. Kredi Karar Analizi Kriterleri.....	187
Şekil 5.3. Kriterler için Önem Ağırlıklarını Gösteren Üçgen Bulanık Sayılar	188
Şekil 5.4. Firmaların Değerlendirilmesinde Kullanılan Üçgen Bulanık Sayılar	190
Şekil 5.5. Firma Firmaların Notlarının Grafikle Gösterimi.	210

ÖZET

KARAKIŞ, Engin, Bankaların Ticari Kredi Verme Davranışlarının Bulanık Mantık TOPSIS ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci ile İncelenmesi, Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas, 2016.

Bu çalışmanın amacı ticari kredi taleplerinin doğru ve hızlı bir şekilde değerlendirilmesinde kullanılabilecek alternatif bir karar destek modeli geliştirmektir. Çalışmada, bulanık çok kriterli karar problemlerinin çözümünde kullanılan bulanık TOPSIS ve bulanık AHP yöntemlerinin ticari kredi taleplerinin değerlendirilmesinde uygulanabilirliği incelenmiştir. Ticari kredi talepleri, Bulanık AHP, Bulanık TOPSIS ve Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemlerinin bütünleşik olarak kullanıldığı bir model önerisi ile değerlendirilmiştir. Modeller hipotetik olarak oluşturulmuş beş firma için uygulanmış ve her bir firma için bir kredi puanı hesaplanmıştır. Çalışmada ticari kredi analizi üzerinde etkili olan nicel ve nitel faktörler dikkate alınmıştır. Çalışmada Bulanık TOPSIS yöntemi referans noktaları ile uygulanmıştır. Böylece Bulanık TOPSIS yöntemi alternatifleri birbirinden bağımsız olarak değerlendirmiştir. Yöntemler üçgen bulanık sayılar ile uygulanmıştır. Ayrıca Bulanık AHP’de bulanık sıralama yöntemlerinden Liou ve Wang’ın toplam integral yöntemi kullanılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Toplam integral yaklaşımı, karar alıcıların güven düzeyini yansıtabilen bir yaklaşım olarak değerlendirilmiştir.

Tutarlılık kontrolü sağlaması nedeniyle AHP yönteminin TOPSIS yöntemine göre daha avantajlı olduğu görülmüştür. Bu nedenle kriter ağırlıklarının hesaplanmasında Bulanık AHP yöntemi ve firmaların kredi notu hesaplanmasında Bulanık TOPSIS yöntemi önerilmiştir. TOPSIS yönteminde tutarlılık sağlandığında Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemleri ve önerilen bütünleşik model benzer sonuçlar vermiştir. Çalışmada Cheng’in Bulanık TOPSIS yöntemi ve Chang’in Bulanık AHP yöntemlerinden genişletilmiş analiz yönteminin bütünleşik bir karar destek modeli olarak ticari kredi karar problemlerinde uygulanabilir olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bulanık Mantık, Bulanık AHP, Bulanık TOPSIS, Kredi Risk Ölçümü.

ABSTRACT

KARAKIŞ, Engin, Analysis of Commercial Lending Behavior of Banks with Fuzzy Logic TOPSIS and Fuzzy Analytic Hierarchy Process, Ph.D. Thesis, Cumhuriyet University, Institute of Social Sciences, Sivas, 2016.

The aim of this study is to develop an alternative decision support model that can be used in the fast and right assessment of the demands for commercial loans. In this study, applicability of the Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS methods in the assessment of commercial loan demands is examined. Commercial loan demands are assessed by Fuzzy AHP, Fuzzy TOPSIS and with an integrated model that combines fuzzy TOPSIS and fuzzy AHP method as well. The models were applied to five companies which have created a hypothetical. Credit rating was calculated for each firm by models. The study includes quantitative and qualitative factors affecting on commercial credit analysis. In this study, Fuzzy TOPSIS method was applied with reference points. Thus, Fuzzy TOPSIS method evaluate alternatives independent from each other. The methods were applied with triangular fuzzy numbers. Fuzzy TOPSIS method was used to calculate the credit rating of the firms. Fuzzy AHP method was used together with the total integration method. Additionally, Fuzzy ranking method as Liou and Wang's total integration method was examined and results were evaluated. Total integration approach includes decision makers' confidence degree.

Because it provides consistency, AHP method is more advantageous than TOPSIS method. Therefore, Fuzzy AHP method has been proposed for calculating the weight of the criteria while Fuzzy TOPSIS method has been proposed for calculating the credit score of the firms. When the consistency provided in the fuzzy TOPSIS method, Fuzzy AHP and the Fuzzy TOPSIS methods and the proposed integrated model gave similar results. According to the results of the study, Cheng's TOPSIS method and Chang's extended Fuzzy AHP method was found as an applicable method for decision making processes of commercial loan demands when used as an integrated model.

Key Words: Fuzzy Logic, Fuzzy AHP, Fuzzy TOPSIS, Credit Risk Evaluation.

GİRİŞ

Çalışmanın konusu, Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden Bulanık AHP(Alytic Hierarchy Process) ve Bulanık TOPSIS(Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) ile bankaların ticari kredi verme davranışlarının incelenmesidir.

Çalışmada temel amaç olarak Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemlerinin kredi karar analizinde uygulanabilirliği araştırılarak yöntemlerin performansları incelenmiştir. Çalışma ile ticari kredi taleplerinin değerlendirilmesinde hızlı, etkin ve kolay uygulanabilir bir yaklaşım geliştirilmiştir.

Ticari kredi karar analizi için çeşitli yöntemler geliştirildiği görülmekle birlikte ticari kredi taleplerinin değerlendirilmesi sürecinde nitel kriterlerin de karar verme sürecine dâhil edildiği sistematik modeller geliştirmek ve standart karar yöntemleri oluşturmak önemlidir. Bu kapsamda ticari kredi taleplerinin değerlendirilmesinde hızlı, kolay uygulanabilir ve nitel kriterleri de dikkate alan bir karar destek modeli önerisi ile karar vericilere kredi karar analizinde katkı sağlamak amaçlanmıştır.

Bankalar ekonomide fon fazlası olanlardan topladıkları tasarrufları kredi şeklinde fon ihtiyacı olan gerçek ya da tüzel kişilere aktarmaktadır. Kredilerin doğru ve etkin bir biçimde yönetilmesi, kredinin doğru kişi ve kuruluşlara verilmesidir. Kredi karar sürecinde bankalar, çeşitli kriterlere göre kredi talep eden firmaları değerlendirerek karar verir. Kredi sürecinin etkin bir şekilde yönetilmesi, bankaların iyi tanımlanmış karar kriterleri belirlemesine dayanmaktadır. Kredi taleplerinin değerlendirilmesi, diğer bir ifade ile kredi karar analizi birçok kriterin birlikte değerlendirilmesini gerektiren karmaşık bir karar problemi olarak ortaya çıkmaktadır.

Ticari kredi taleplerinin değerlendirilmesi ve kredi karar analizinde kullanılacak yaklaşımlar, bankalar tarafından çeşitli yöntemlerle yapılmaktadır. Kredi karar analizini etkileyen çok sayıda değişkenin olduğu görülmektedir. Karar vericiler, ticari kredi talebi ile ilgili karar verirken sayısal olarak ifade edilen kriterler yanında nitel kriterler de kullanmaktadırlar. Pek çok nicel ve nitel kriter içeren kredi karar analizinde belirsizlikler bulunması nedeni ile kapsamlı bir değerlendirme yöntemine ihtiyaç duyulmaktadır. Kredi kararı, nitel kriterlerin de bulunduğu belirsizlik ortamında verilmektedir. Bu nedenle ticari kredi taleplerinin değerlendirilmesinde klasik değerlendirme yöntemlerinden farklı olarak Bulanık Çok Kriterli Karar Verme(Bulanık ÇKKV) yöntemleri kullanılarak daha etkin karar verme sağlanacaktır. Çalışmada kredi karar analizinde Bulanık ÇKKV yöntemi kullanılarak alandaki karar vericilere kapsamlı, hızlı ve kolay uygulanabilir bir değerlendirme yöntemi sunulmuştur.

Bulanık ÇKKV yöntemlerinden Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemlerinin kredi karar analizinde kullanılması ile bankalar daha etkin bir risk yönetimi gerçekleştireceklerdir. Kredi taleplerinin doğru bir şekilde değerlendirilmesi ile takipteki krediler ve geri ödenmeyen kredi oranı azalacaktır. Kredi karar analizinin doğru bir şekilde yapılması, bankaların riskli işlemlerini azaltarak kârlılığını arttıracaktır. Ayrıca makroekonomik açıdan bakıldığında etkin bir kredi karar analizi, ekonomide en çok ihtiyaç duyulan üretim faktörü sermayenin kullanımına ve dolayısıyla ekonomik kalkınmanın etkin bir şekilde sürdürülmesine katkıda bulunacaktır.

Çalışma bu konuda yapılmış çalışmalardan çeşitli bakımlardan ayrılmaktadır. Çalışmada kredi karar analizinde dikkate alınan değerlendirme kriterleri nicel ve nitel kriterleri içerecek şekilde yeni bir kriter hiyerarşisi ile ortaya konmuştur. Çalışmada veriler beş büyük bankanın ülkemizin tüm coğrafi bölgelerinde bulunan şubelerinden alınmıştır. Çalışmada kredi analizi nicel kriterler yanında nitel kriterleri de içerdiği için çalışmada bulanık mantık kullanılmıştır. Çalışmada TOPSIS yöntemi referans noktaları ile uygulanarak, yöntemin karar problemindeki alternatifleri birbirinden bağımsız olarak değerlendirmesi sağlanmıştır.

Ticari kredi karar analizinde etkili olan ana kriter ve alt kriterlerin belirlenmesi için literatür taraması ve şube yöneticisi konumundaki uzman görüşlerinden faydalanılmıştır. Çalışmanın verileri aynı zamanda şube kredi karar komitesi başkanı olan şube yöneticilerine anket uygulanarak toplanmıştır. Veriler; Halk Bankası A.Ş., Türkiye İş Bankası A.Ş., Türkiye Ekonomi Bankası A.Ş., Finansbank A.Ş. ve Denizbank A.Ş.' olmak üzere biri kamu ve dördü özel olmak üzere sektörde ağırlığı olan beş bankadan toplanmıştır. Anketler belirlenen bankaların şubelerine elektronik posta aracılığı ile gönderilmiştir. Anketlere 137 şube yöneticisinden nitelikli ve tutarlı cevap alınmıştır. Verilerin toplanması amacıyla hazırlanan ankette, anketin nasıl doldurulacağı açıklanarak kriter tanımları ve değer aralıkları belirtilmiştir.

Yöntemin uygulanmasında karar vericilerin kredi taleplerinin analizinde kullanmış oldukları ana ve alt kriterleri dilsel değişkenler yoluyla değerlendirmeleri istenmiştir. Bu değerlendirmelerin elde edilmesinden sonra bu dilsel değerlendirmeler bulanık sayılara çevrilmiştir. Daha sonra karar süreci içerisinde her bir karar verme yöntemine göre kredi taleplerinin analizinde kullanılan kriterlerin önem ağırlıkları belirlenmiştir. Karar analizinde kullanılan kriterler Bulanık AHP'nin uygulamasında hiyerarşik bir yapı içerisinde ifade edilmiştir. Bulanık TOPSIS yönteminde ise yöntemin yapısına uygun olarak her bir kriter tek başına bir etken olarak ele alınmıştır. Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemi uygulanarak ticari kredi taleplerinin değerlendirilmesi için bir karar destek modeli ileri sürülmüştür. Çalışmada karar sürecini etkileyen nitel kriterlerin bulunması nedeniyle Bulanık ÇKKV yöntemlerinden Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemleri kullanılmıştır. Yöntemler, karar destek modeli hipotetik olarak oluşturulan beş firma için uygulanmıştır.

Çalışmada karar sürecinde etkili olduğu düşünülen kriterler, karar modeli içerisinde ifade edilmiştir. Bu amaçla literatür taraması yapılarak ve uzman görüşlerine başvurularak belirlenen karar kriterleri ile oluşturulan kriterlerin hiyerarşik yapısı çalışmanın sınırlılığını oluşturmaktadır.

Tez çalışması beş bölümden oluşmaktadır. Tezin birinci bölümünde, kısaca karar teorisi ve Çok Kriterli Karar Verme yöntemleri hakkında bilgi verilmiştir. İkinci bölümde, bulanık mantık kavramı, bulanık kümeler ve bulanık sayılar açıklanarak bulanık mantığın tarihçesi ve uygulama alanları ile ilgili bilgi verilmiştir. Üçüncü bölümde, Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemleri açıklanmıştır. Dördüncü bölümde kredi, kredi taleplerinin değerlendirilmesi, asimetrik bilgi, finansal tabloların sınırlılıkları, derecelendirme kavramları ile kredi taleplerinin değerlendirilmesinde etkili olan karar kriterleri ve kredi karar süreci açıklanmıştır. Beşinci bölümde ise Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemleri kullanılarak bankaların ticari kredi taleplerinin değerlendirilmesi ile ilgili uygulama yapılmıştır. Ayrıca Bulanık AHP ile kriter ağırlıklarının belirlendiği ve kredi risk değerlendirmesinin Bulanık TOPSIS yöntemi ile yapıldığı bütünleşik bir model karar probleminde uygulanmış ve uygulama sonuçları ve karar modelleri ile ilgili değerlendirmeler yapılmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

KARAR TEORİSİ VE

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME

İnsanlar, günlük hayatta ve iş hayatında sürekli karar vermek zorundadır. İşletmeler de kuruluş, üretim, pazarlama, finansman, insan kaynakları gibi pek çok konuda sürekli olarak karar verirler. Olaylar karşısında yargı oluşturmak, tercihte bulunmak olarak ifade edilebilecek olan karar vermenin, yönetim faaliyetinin en temel ve en önemli unsuru olduğu görülmektedir.

Günümüzün yoğun rekabet ortamı ve karmaşıklaşan iş hayatında doğru ve hızlı karar vermek giderek zorlaşmaktadır. Doğru ve hızlı karar veremeyen işletmeler ve kurumlar başarısız olup faaliyetlerinde sürekliliği yakalayamazlar. İşletmeler için çok önemli bir yönetim faaliyeti olan karar verme konusunda tecrübe ve sezgilere dayanan karar verme anlayışı yerini bilimsel bir karar verme anlayışına bırakmıştır. İşletmelerde doğru ve etkili karar verilebilmesi için çeşitli bilimsel yöntemler geliştirilmiştir. Temelleri Fredrich W. Taylor'un Bilimsel Yönetimin İlkeleri adlı eserine kadar giden süreçte İkinci Dünya Savaşı ile birlikte Yöneylem Araştırması bilim dalı doğmuştur(Öztürk, 2009:3). Yöneylem araştırmalarında karar verme konusunda sayısal yöntemlerle çeşitli çözüm teknikleri geliştirmeye ve karar verme teorisi analitik olarak incelenmeye başlanmıştır. "Karar teorisi, karar verme işlemini analitik ve sistematik bir yaklaşımla incelemektir"(Tekin, 2010:18). Karar teorisinin en temel amaçlarından biri kararların doğru yöntem kullanılarak en doğru şekilde verilmesini sağlamaktır. Aksi halde doğru olmayan kararlar ile bir sistemin faaliyetlerini sürdürebilmesi mümkün değildir. Verilen kararın doğru olma özelliği, neye karar verildiğinden çok, nasıl karar verildiği ile ilgilidir. Karar teorisine göre uygun olarak işletme yöneticilerinin aldıkları kararlar kısa dönemde kötü sonuçlar verse bile uzun dönemde iyi bir sonuçlar elde edilebilir(Tekin, 2010:18).

Karar teorisi, karmaşııklaşan sosyal ve ekonomik şartlar içinde doğru kararlar alınabilmesi için sürekli gelişmekte ve karşılaşılan karar problemlerinin çözümü için matematiksel tabanlı karar yöntemleri geliştirilmektedir.

1.1. Karar Verme

Karar verme kavramı ile ilgili çeşitli tanımlar yapılmakta ve bu tanımların bazı ortak noktaları olduğu görölmektedir. “Karar analizi alternatiflerin en iyisini seçmek için akılcı bir sürecin kullanılmasıyla ilgilenir”(Taha, 2007: 511). “Karar verme, karar vericinin değişik seçenekler arasından belirli ölçölere göre amaçlarına en uygun olanını seçme işlemidir”(Tekin, 2010: 19). Karar verme, hedef ve amaçların gerçekleştirilmesi için alternatifler arasından seçim yapmaktır(Yıldırım ve Önder, 2014: 1). Karar verme, çok sayıda alternatif ve yol arasından birinin seçilmesini gerektirir. Çünkü tek olan faaliyet ya da yol karşısında seçim yapma durumu ortadan kalkmaktadır. Karar verme sırasında karar verenler akılcı ve objektif kriterler kullanmak durumundadır. Karar analizinin önemli bir yönü de kararın hareket noktası, eldeki ölçüler ve imkânlar, diğer bir ifade ile karar analizinin kısıtları içinde kararın oluşturulmasıdır. Karar verilirken eldeki bilgilerin doğruluğu ve tam oluşu kararın kalitesini artıracaktır. Seçilen bir alternatifin “iyiliği” kullanılan verinin kalitesine bağlıdır(Taha, 2007: 511).

Bir karar probleminin temel unsurları; karar verici, seçenekler, olaylar, sonuçlar olarak sıralanabilirken(Aladağ, 2011:2) karar alma davranışı, en uygun seçeneğin bulunması gayreti olarak ifade edilmektedir(Yılmaz,2004:1). Optimum, yani en uygun karar alma kavramı matematiksel olarak bir planlamayı ifade etmektedir. Kararın matematiksel yani objektif bir yöntemle belirlenmesi kararın en önemli özelliklerinden birini ifade etmektedir(Yılmaz, 2004:2). Günümüzde bilgisayarların ve bilgisayar programlarının etkisiyle karar teorisi gelişmektedir. Bu gelişmeler, daha doğru ve daha hızlı karar verme imkânı doğurmaktadır. Karar vericilerin geliştirilen bilgisayar programları sayesinde ileri matematik bilgisine sahip olmadan bilgisayarlar aracılığı ile karar problemlerini çözebildikleri görölmektedir.

İşletmeler, verimlilik temelinde çalışmak zorunda olan kuruluşlardır. Bu amaçla en az maliyet ve girdi ile en çok kâr ve çıktıyı sağlamak için her konuda en uygun kararın verilmesi gerekmektedir. İşletmeler doğru karar vererek eldeki kaynakların en verimli şekilde kullanılmasını sağlamış olurlar.

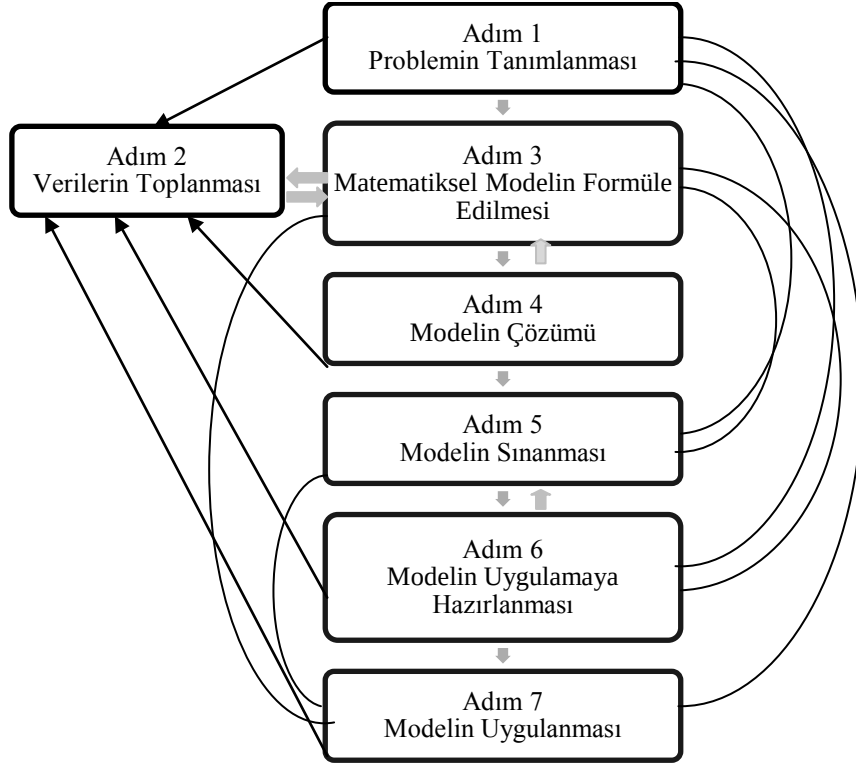
İşletmelerin kararlarının doğru olarak nitelendirilebilmesi için kararın; bütün veri, kriter ve alternatifleri dikkate alan bir özelliğe sahip olması gerekmektedir. Karar probleminin yapısına bağlı olarak kararlar ilgili veriler, alternatifler, yöntemler ve kurulacak olan model farklı olacaktır.

1.2. Karar Verme Süreci

Karar verme süreci nicel ve nitel bilgilerin birlikte ele alınarak değerlendirildiği bir süreçtir. Karar verme ihtiyacının ortaya çıkmasından yani problemin hissedilmesi ve farkına varılmasından başlayarak belirli bir amaç için alternatif çözümlerin belirlenmesi ve kontrol aşamalarını içeren geniş bir süreç olarak ortaya çıkmaktadır. Karar verme sürecindeki temel aşamaları şu şekilde sıralamak mümkündür:(Timor, 2011:2)

- Karar probleminin farkına varma ve problemin tanımlanması
- Karar problemine ilişkin karar unsurlarının belirlenmesi
- Karara ilişkin amaç ve kısıtların belirlenmesi
- Modelin formüle edilmesi
- Alternatiflerin tespit edilmesi

Karar probleminin farkına varılarak tanımlanması ile başlayan karar sürecinde problemin çözümü için öncelikle problemin iyi tanımlanması gereklidir. Çünkü problemin çözümü için geliştirilecek modeller problemin yapısına, özelliklerine ve karar verme ortamına göre değişecektir. Karar probleminin çözüm aşamaları aşağıdaki şekil ile gösterilebilir;(Öztürk, 2009:13). Karar probleminin çözüm aşamalarının birbirleri ile geri bildirim sağlayacak şekilde ilişki içinde olduğu görülmektedir. Örneğin, modelin uygulanması sonrasında sonuçların gözlenerek modeli test etmek ve daha iyi kararlar verebilmek için modeli geliştirmek gereklidir.



Şekil 1.1. Yöneylem Araştırması Problem Çözüm Yaklaşımının İşleyiş Süreci

Kaynak: Öztürk, Ahmet (2009), Yöneylem Araştırması, s. 13.

Karar problemlerinin önemli aşamalarından biri karar verme yönteminin seçilmesi ya da modelin oluşturulmasıdır. Karar verme yöntemi ise karar verilen ortam ile ilgilidir. Bazı karar problemlerinde kantitatif (sayısal) yöntemler öne çıkarken bazı karar problemlerinin çözümünde kalitatif (niteliksel) yaklaşımlar öne çıkmaktadır. Kantitatif yaklaşımların geliştirildiği karar problemlerinde olaylar tanımlanabilir ve ölçülebilir özellikte olup sayısal olarak ifade edilen olay ve olgulardan hareketle modeller kurulmasını ifade eder. Kalitatif karar verme yöntemlerinin kullanıldığı karar problemlerinde ise olaylara ilişkin olarak karar vericilerin sezgi ve tecrübelerini içeren modeller geliştirildiği görülmektedir.

1.2.1. Karar probleminin unsurları

Bir karar problemi çeşitli unsurlardan oluşmaktadır. Bu unsurlar; karar verici, amaç veya ulaşılabilecek sonuç, karar kriteri, seçenekler, olaylar ve sonuçlar olarak sıralanabilir.

1. **Karar verici:** Çözüm seçenekleri arasından birini seçen bir kişi ya da grubu ifade eder.
2. **Amaç:** Karar vericinin elde edeceği amaç, fayda ya da değerdir.
3. **Karar Kriterleri:** Karar verirken karar vericinin neye göre hareket ettiği yani seçim oluşturulurken dikkate alınan değerler ve ölçülerdir.
4. **Seçenekler:** Sayısı iki veya daha fazla olan karar vericinin tercih edeceği davranış biçimleridir(Aladağ, 2011: 2).
5. **Olaylar:** Karar probleminin ortaya çıktığı, karar sürecini çevreleyen ve karara etki eden ortamdır. Karar vericinin kontrolü altında olmayan, denetlenemeyen değişkenlerdir.
6. **Sonuçlar:** Karar vericinin benimsediği ve tercih ettiği bir davranışın ortaya çıkardığı durumdur. Seçeneklerin değerlerinin hepsini kapsayan bir karar matrisinde sonuçlar her bir seçenek ve olaydan ortaya çıkan değer, sonuçları yansıtır(Halaç, 1995:25-26).

Günümüzde ekonomik ve sosyal hayat daha karmaşıklaşmakta ve zorlaşmaktadır. İşletmeler arasındaki rekabet her geçen gün artmaktadır. Bu koşullar altında işletmelerin başarılı olabilmesi, faaliyetlerini sürdürebilmesi alınacak kararların zamanında ve doğru alınmasına bağlıdır. Karar verme, karar verilen ortamın şartları ile çok yakından ilgili bir durumdur. Karar verilen ortam ve karar probleminin özellikleri karar yöntemini, kararın doğruluk derecesini ve genel olarak karar sürecini etkilemektedir. Karar verilen ortam ve karar probleminin özellikleri karar modellerinin sınıflandırılmasında temel faktördür.

1.3. Karar Modelleri

Karar verme faaliyeti kararın verildiği ortamla yakından ilgilidir. “Karar teorisine göre karar vermek için karar süreci ortamlarının da bilinmesi gerekir. Çünkü kararın alındığı karar ortamı bilinmezse sağlıklı, isabetli ve rasyonel kararların alınması mümkün olmaz”(Tekin, 2010:21). Karar verme faaliyeti bazen tüm faktörlerle ilgili tam bilgiye sahip olunan bir karar ortamında gerçekleştirilirken, bazen eksik ve kısmi bilgilerle gerçekleştirilmeye çalışılmaktadır. Karar ortamı ile ilgili bilgi seviyesi sadece hızlı ve kolay karar alınmasını değil aynı zamanda kararın

doğruluk derecesini de arttıracaktır. Karar verme ihtiyacının ortaya çıkması ile karar verici elindeki bilgilere göre bir karar verme modeli geliştirecektir. Model, problemin gerçek yapısının en iyi şekilde temsil edilmesi için oluşturulan biçimsel ifadedir. Problemlerin birbirinden farklı olması halinde kurulan modeller buna bağlı olarak değişecektir. Karar problemleri; amaç, kısıtlar, karar ortamı, probleme etki eden değişkenler ve pek çok açıdan farklılık taşıdığı için farklı karar verme modelleri söz konusu olacaktır. Karar modellerini kararın en önemli bileşenlerinden olan karar ortamı ve bilgi seviyesine göre aşağıdaki şekilde sınıflandırmak mümkündür:

- Belirlilik altında karar verme
- Belirsizlik altında karar verme
- Risk altında karar verme
- Belirsizlik ve risk ortamında karar verme

1.3.1. Belirlilik altında karar verme

Belirlilik ortamında karar verici, karar verme seçeneklerinin hangi şartlarda gerçekleşeceği ve hangi sonuçların elde edileceği ile ilgili kesin ve tam bilgiye sahiptir. Dolayısıyla belirlilik ortamında karar vermek karar verici için çok zor olmayan ve doğru kararın kolayca verildiği bir süreçtir. Belirlilik altında karar vermede karar vericinin karar süreci ile ilgili bilgisi tamdır. Örneğin, devlet tahvillerine yapılan bir yatırımda yatırımın sağlayacağı gelir kesin olarak bilindiği için bu durum belirlilik ortamında karar vermedir(Tekin, 2010:21).

1.3.2. Belirsizlik altında karar verme

Belirsizlik ortamında karar verme, karar problemi ve karar verme ortamı ile ilgili bilgilerin az ya da eksik olduğu durumu ifade eder. Belirsizlik altında karar vermede karar vericinin olayların gerçekleşmesi ile ilgili olasılık değeri hesaplanması söz konusu değildir. “Belirsizlik ortamında karar verme en zor ve en yaygın karar verme durumudur. İşletme yöneticileri genellikle belirsizlik ortamında karar verirler”(Tekin, 2010:23). Belirsizlik ortamında az ya da eksik bilgi ile karşı karşıya olan karar verici kendi iyimserlik durumuna göre çeşitli kriterler ile karar vermektedir. Bu karar kriterleri;

- Eşit olasılık (Laplace) kriteri
- Kötümserlik (Maksimin) kriteri
- İyimserlik (Maksimaks) kriteri
- Pişmanlık (Minimaks) kriteri
- Hurwicz kriteri

Eşit olasılık (Laplace) kriteri

Eşit olasılık kriterinde bütün şartların eşit olasılıkla meydana geleceği kabul edilmektedir. Diğer bir ifade ile farklı şartların meydana gelme ve karar verme sürecini ne ölçüde etkileyeceğine dair bir bilgi olmadığı için bütün şartların eşit şansa sahip olduğu kabul edilmektedir. Gerçekleşmesi beklenen olayların olasılık dağılımları eşit kabul edilerek problem, risk halinde karar verme problemine dönüştürülmekte ve çözülmektedir(Yıldırım, Önder, 2014:7).

Kötümserlik (Maksimin) kriteri

Kötümserlik kriterinde karar verici, en kötü olasılığın meydana geleceği varsayımı ile hareket etmektedir. Bu düşünceyle her bir alternatif için en kötü sonuçlar bulunarak bu alternatifler arasından en büyük getirisi olan alternatif tercih edilerek karar verilmektedir. Kötümserlik kriteri ihtiyatlı bir yaklaşımla zararlar veya en kötü durumların gerçekleşebileceği ve bunlar arasından en iyisini seçme şeklinde gerçekleşmektedir. Gerçekte bu şekilde elde edilen sonuçlar kadar kötü bir durum ortaya çıkmayabilir. Bu durumda verilen bir kararın olası yüksek bir kazanç alternatifinin kaçırılması sonucunu doğurabileceği nedeniyle eleştirilmektedir.

İyimserlik (Maksimaks) kriteri

Bu kriterde elde edilecek en yüksek kazanç ya da en iyi durumlar arasından en yükseği seçilmektedir. Bu kriterde karar vericinin iyimser tutumu nedeniyle alternatiflerin en iyi şekilde sonuçlanacağı varsayımı ile hareket edilmektedir.

Pişmanlık (Minimaks) kriteri

Bu kriterde göre karar verici öncelikle pişmanlık matrisi oluşturur. Pişmanlık matrisi fırsat kaybını ifade etmekte olup en iyi alternatifin seçilmemesi durumunda

ortaya çıkan kaybı ifade etmektedir. Fırsat kaybı seçilen seçenek ile en iyi seçeneğin getirisi arasındaki farktır(Tekin, 2010:27).

Bu kritere göre karar verirken öncelikle pişmanlık matrisi oluşturulur. Pişmanlık matrisi karar matrisinden hareketle en iyi alternatifin getirisinden diğer alternatif getirileri çıkarılarak hesaplanır. Pişmanlık matrisinden her bir alternatif için en yüksek pişmanlık değerleri belirlenir. Bu pişmanlık değerleri arasından en küçük olanı seçilerek karar verilir.

Hurwicz kriteri

Hurwicz kriteri karar vericinin tam olarak iyimser olmadığı ya da tam olarak kötümser olmadığı bir durumu yansıtır. Hurwicz kriterinde karar verici iyimserlik ve kötümserlik konusunda bir derecelendirme yapmakta ve bunu her bir alternatif durum için bir ağırlık olarak yansıtmaktadır. Hurwicz kriterinde problem risk halinde karar verme problemine dönüştürülerek karar alınmaktadır. Karar matrisinde her bir seçenek için en büyük ve en küçük elemanlar iyimserlik ve kötümserlik derecesini ifade eden ağırlık değerleri ile çarpılarak elde edilen seçeneklerin beklenen değerlerinden en yüksek olan seçenek belirlenir(Yıldırım, Önder, 2014:10).

Karar matrisindeki her bir seçenek için en büyük ve en küçük eleman α sembolü ile gösterilen iyimserlik katsayısı ve kötümserlik katsayısı olarak da $1-\alpha$ değerleri çarpılarak seçeneklerin beklenen değeri bulunur. Bu işlemle problem risk halinde karar problemi olarak çözümlenir(Halaç, 1995:59).

1.3.3. Risk altında karar verme

Risk taşıyan durumlarda karar verildiği zaman her seçeneğin alabileceği değerler belirli bir olasılık ile belirlenmektedir. Her seçeneğin her şart altındaki sonuçları belirli bir olasılıkla oluşur. Karar verici karar verme işlemini olasılıklara dayanarak yapmaktadır. Belli sayıda olayın söz konusu olduğu bu karar problemlerinde olayların olasılıklarının bilindiği varsayılır. Olayların dağılımı bilinerek uygulanacak karar kriteri, beklenen değeri en yüksek olan seçeneğin bulunması problemidir(Halaç, 1995:33). Risk ortamında karar almada beklenen değer kriteri, beklenen kayıp kriteri ve fırsat kaybı kriteri başlıca üç kriterdir.

1.3.4. Belirsizlik ve risk altında karar verme

Belirsizlik ortamında olayların gerçekleşme olasılıkları göz ardı edilerek karar verilmekte iken, olayların gerçekleşme olasılıklarının bilinmesi halinde risk ortamında karar verilmektedir. Belirsizlik ve risk altında karar verme durumunda ise karar verici kararın alınacağı ortamdaki şartlar hakkında kısmi bir bilgiye sahiptir. Karar vericinin karar ortamı ile ilgili yaklaşık bilgi ve tecrübeye sahip olduğu durumlarda, karar verici bu bilgi ve tecrübelerini kullanmak ister. Bu gibi durumlarda karar ağaçları karar verme sürecinde sıklıkla başvurulmuş bir yöntemdir(Yıldırım, Önder, 2014:11).

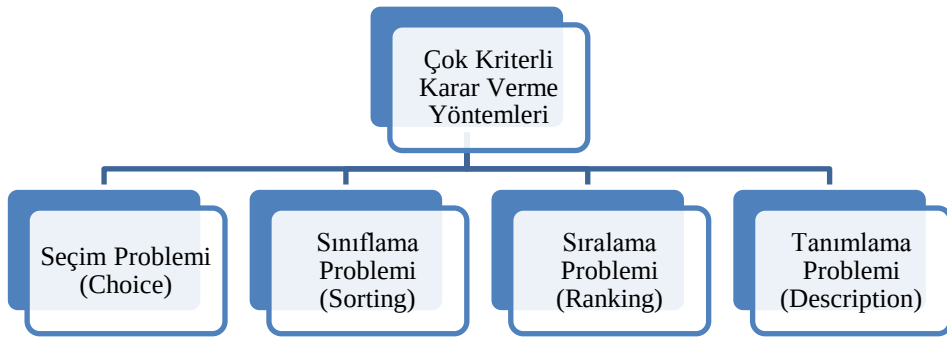
1.4. Çok Kriterli Karar Verme

Gerek günlük hayatta gerek iş hayatında verilen kararlarda genellikle birden fazla kriter ve alternatif birlikte yer almaktadır. Çok sayıda alternatif ve kriterin birlikte ele alınarak karar verilmesini sağlayan yöntemler, Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleridir. Genellikle problemlerin yapısında yer alan kriter ve alternatifler birbirleri ile zıt ve çelişen niteliktedir. Tek bir kriter dikkate alınarak verilen kararlar, birden çok kriter dikkate alınarak verilen kararlara göre daha basit ve hızlı olduğu kadar doğru olma ihtimali yüksek olan kararlardır. Çok kriterli karar vermede kriterlerin karara etkilerini ortaya koyarak karar vermeyi sağlayan çeşitli bilimsel işlem ve süreçlere ihtiyaç duyulmaktadır. Çok kriterli karar verme; başta matematik olmak üzere birçok disiplinin bir araya gelmesiyle karar alıcıya, problemi birçok boyutuyla değerlendirerek karar alma imkânı tanıyan bir yapıdır(Yıldırım, Önder, 2014:15). Çeşitli karar problemlerinde karar vericiler için alternatifler arasından uygun olanının seçimi zordur. Seçim sürecine çelişen çok sayıda kriter dahil olduğunda geleneksel yöntemlerin kullanılması gerçekçi çözümler sunmayacağından ÇKKV yöntemleri günümüzde birçok çalışmada kullanılmaktadır(Soner ve Önüt, 2006:111).

1.4.1. Çok kriterli karar verme yöntemleri

ÇKKV yöntemleri; uygulama alanları, karar verici sayısı, çözüm sürecinde karar vericiyle olan ilişkileri, zaman boyutu, amaç fonksiyonu ve kısıtların yapısı gibi birçok bakımdan sınıflandırılabilir(Timor, 2011:10). ÇKKV yöntemleri,

yerine getirdiği işlevler bakımından alternatifler arasında seçim yapılması dışında karar problemlerini anlama, sıralama ve sınıflandırmaya da imkân veren yöntemlerdir. ÇKKV yöntemlerinin bu işlev ve amaçlar şekil 1.2.'de gösterilmiştir. ÇKKV yöntemlerinin bu işlevlerin birini ya da bazılarını birlikte gerçekleştirdiği görölmektedir. ÇKKV yöntemleri problemin yapısına bağlı olarak anlama, seçme, sınıflandırma veya sıralama işlevini yerine getirmektedir. Sıralama ve sınıflandırma probleme ilişkin bir değerlendirmeyi ifade ederken yapılan sıralama ve sınıflandırma sonunda bir seçim kararı oluşturulabilmektedir.



Şekil 1.2. ÇKKV Yöntemlerinin İşlevleri.

Kaynak: Ishizaka Alessio, Nemery Philippe (2013), Multi-Criteria Decision Analysis, Methods and Software, John Wiley&Sons, Ltd., London. S. 3-4.

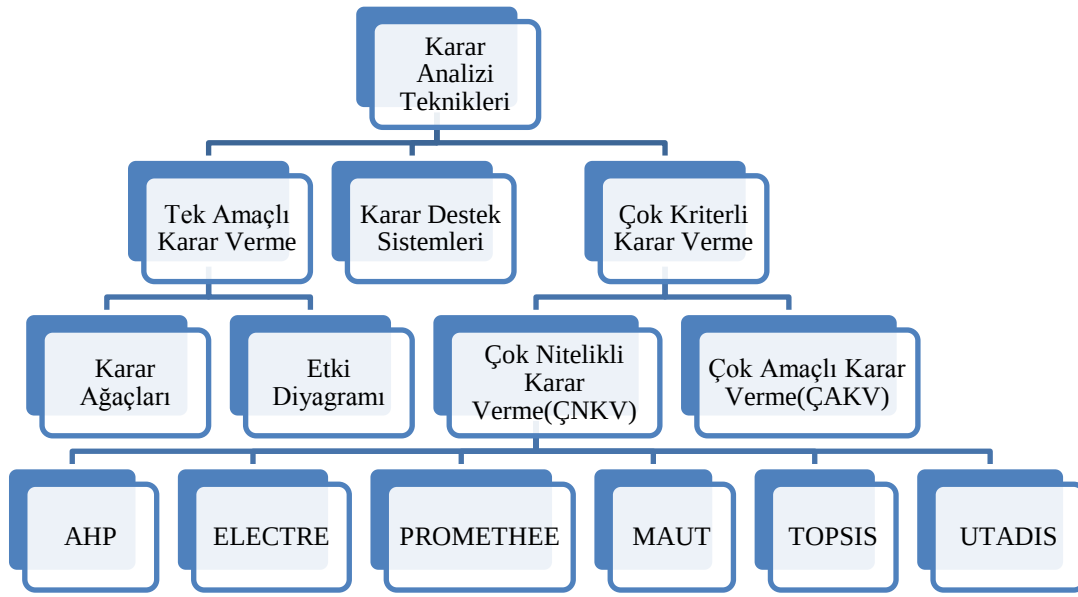
1960'lı yıllarda karar verme konusunda çok sayıda ÇKKV yöntemi geliştirilmeye başlanmıştır. ÇKKV yöntemlerinin amacı, çelişen ve çok sayıdaki kriter ve alternatifin bulunduğu problemlerde en uygun kararın doğru ve hızlı bir şekilde verilmesini sağlamaktır. ÇKKV yöntemleri seçim problemleri, sınıflama problemleri ve sıralama problemleri olarak incelenebilir (Vassilev, Genova, Vassileva, 2005:4). Geliştirilen ÇKKV yöntemlerinin kullanılış amacına göre yapılan bir sınıflandırması aşağıdaki tabloda bir arada görölmektedir.

Tablo 1.1. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri

Seçim Problemleri	Sınıflama Problemleri	Sıralama problemleri	Tanımlama Problemleri
AHP	AHP	AHPSort	GAIA
ANP	ANP	UTADIS	FS-GAIA
MAUT/UTA	MAUT/UTA	Flowsshort	
MACBETH	MACBETH	ELECTRE III	
PROMETHEE	PROMETHEE		
ELECTRE I	ELECTRE I		
TOPSIS	TOPSIS		
Hedef Programlama			

Kaynak: Ishizaka Alessio, Nemery Philippe (2013), Multi-Criteria Decision Analysis, Methods and Software, John Wiley&Sons, Ltd.,London. s. 4.

Karar verme yöntemlerinden Çok Amaçlı Karar Verme, tek bir amaç fonksiyonu yerine, birden fazla amaç fonksiyonunu içeren bir vektörün maksimize edilmesini amaçlamaktadır. “Çok kriterli karar verme problemleri birden fazla kriterin optimize edildiği çözüm setleri içerisinde en iyi alternatifin seçildiği problemler olarak tanımlanabilir”(Yıldırım ve Önder, 2014:15). Problemlerde en uygun çözüm, tüm amaç fonksiyonlarını bir arada gerçekleştiren çözümdür. Karar analizi teknikleri içinde yer alan ÇKKV yöntemlerinin günümüzde karar vericiler için çok büyük önemi vardır. Çünkü günümüzde karar vericiler tek bir amaç yerine birden fazla amacı aynı anda gerçekleştirmek durumunda kalmaktadırlar. Ayrıca probleme etki eden tek bir kriteri değil birden çok kriteri dikkate almak zorundadırlar. ÇKKV yöntemlerinin karar verme teknikleri içerisindeki yerini aşağıdaki şekilde gösterebiliriz.



Şekil 1.3. Karar Tekniklerinin Sınıflandırılması.

Kaynak: Zhou, P.,Ang, B.W., Poh, K.L. (2006), “Decisionanalysis İn Energy And Environmental Modeling: An Update” Energy 31, s. 2606.

Zhou, Ang ve Poh’un sınıflandırmasına göre karar analizi öncelikle üç ana gruba ayrılmaktadır. Bunlar Tek Amaçlı Karar Verme yöntemleri, Karar Destek Sistemleri ve Çok Kriterli Karar Verme yöntemleridir. Tek Amaçlı Karar Verme yöntemleri, belirsizlik altında uygun alternatiflerin değerlendirilmesini sağlayan yöntemleri içeren gruptur. Bu yöntemlerin en çok bilineni Karar Ağaçları’dır. Bu grupta yer alan diğer bir yöntem ise Etki Diyagramı’dır. Bu yöntemler karmaşık problemlerin basitleştirilmesini sağlayarak karar oluşturmaya yardımcı olurlar. İkinci grup çok sayıda kriter ve amaç içeren problemlerde karar vericiye seçim ve sıralama yapma imkânı tanıyan Çok Kriterli Karar Verme yöntemleridir. Çok Amaçlı Karar Verme ve Çok Nitelikli Karar Verme(ÇNKV) yöntemleri ÇKKV grubunun iki ana ayrımıdır. Çok Amaçlı Karar Verme yöntemleri çok sayıda ve çelişen amaçlar seti içinden en uygununu belirlemeye yardımcı olan yöntemlerdir. Bu yöntemlerden en bilineni Çok Amaçlı Doğrusal Programlama yöntemidir. Çok Nitelikli Karar Verme yöntemleri, Çok Kriterli Karar Verme yöntemleri çok sayıda çelişen kriteri dikkate alarak alternatifler arasında seçim ve değerlendirme yapması ile karakterize edilebilir. Karar destek sistemleri ise karar vericiye yardımcı olan, karar modellerine

entegre edilmiş bilgisayar yazılımları ve bunun dışındaki karar yardım araçlarıdır(Zhou, Ang ve Poh, 2006:2605-2606).

Bir, Çok Kriterli Karar Verme problemi matematiksel olarak aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

$$D = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{m1} & X_{m2} & \dots & X_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (1.1)$$

$$W = [w_1, w_2 \dots \dots w_n] \quad (1.2)$$

Burada A_i , $i=1,2,3,\dots,m$ alternatifleri, C_j , $j=1,2,3,4,\dots,n$ problemin çözümüne etki eden kriterleri , X_{ij} , A_i alternatifinin C_j kriterine göre aldığı performans puanını, w_j , C_j kriterinin nisbi önemini ifade etmektedir. Çok kriterli karar problemlerinde alternatiflerin aldığı puanları gösteren X_{ij} değerleri kesin sayı, bulanık sayı ya da dilsel ifade olabilmektedir. A_i ile ifade edilen çok sayıda alternatif arasından X_{ij} performans puanları birleştirilerek en çok puana, diğer bir ifade ile en çok sayısal değere sahip olan alternatif tercih edilen alternatif olmaktadır.

Literatürde teknik ve sosyal problemlerin çözümü için pek çok ÇKKV yöntemi geliştirildiği görülmektedir. Kullanılan ÇKKV yöntemlerinin her birinin diğerine göre farklı özelliklere sahip olduğu görülmektedir. En çok kullanılan ÇKKV yöntemlerinden bazılarını şu şekilde sıralayabiliriz:

- AHP (Analytic Hierachy Proses)
- TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to İdeal Solution)
- ELECTRE(The Elimination and Choice Translating Realty Methods)
- MAUT(Multiple Attribute Utility Theory)

- ANP (Analytic Network Proses)
- UTADIS (Utilities Additives Discriminantes)
- DEA (Data Envelopment Analysis)
- PROMETHEE (The Preference Ranking Organization Methods for Enrichment Evaluation)
- VIKOR (Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje)

1.4.1.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) çok kriterli karar problemlerinin çözümü için Thomas L. Saaty tarafından 1977’de geliştirilmiş bir yöntemdir. Günümüzde başta işletmelerde karşılaşılan problemler olmak üzere birçok alanda problemlerin çözümünde AHP yönteminin kullanıldığı görülmektedir. AHP ÇNKV problemlerinin çözümünde temel olarak kriterler ve alternatifler arasında ikili karşılaştırmalara dayalı olarak karar vermeyi sağlamaktadır. Bu nedenle AHP, alternatiflerin ve kriterlerin görece önem düzeylerinin tespit edilmesi için karar problemi konusunda uzmanlaşmış kişilerin görüşlerine ihtiyaç duyan bir yöntemdir.

AHP, mühendislik alanının yanı sıra ekonomi, yönetim ve finans gibi sosyal bilim alanlarındaki karar problemlerinin çözümünde etkin olarak uygulanmaktadır. AHP, karmaşık karar problemlerini basitleştirerek karar vericilerin karar problemlerini daha iyi anlamalarına imkân veren bir yöntemdir. AHP’ de yer alan çok sayıda unsur, insan düşüncesine uygun olarak ikili karşılaştırmalar yolu ile az sayıda ve daha anlaşılır hale getirilmektedir.

AHP, ikili karşılaştırmalar yaparak kriter ve alternatiflerin birbirilerine göre ne kadar önemli olduğunu ve tercih edildiğini belirler. “AHP, karmaşık ve iyi yapılandırılmamış bir durumun bileşenlerini ve değişkenlerini hiyerarşik bir düzende ifade ederek, her bir alternatifin kıyaslamalı önem düzeylerine ilişkin kişisel yargılara kantitatif değerler atama ve elde edilen yargıların sonucuna göre değişkenlerin öncelik düzeylerini ortaya koyarak sentez yapma yöntemi olarak tanımlanabilir”(Alp ve Gündoğdu, 2012:10).

AHP karar problemini hiyerarşik bir yapı içerisinde ele almaktadır. AHP karar vericiye kompleks bir problemi amaç, hedefler(kriterler), alt hedefler ve alternatifler arasındaki ilişkiyi göstererek – hiyerarşik yapıda modelleyerek- veri, tecrübe, anlayış ve sezgilerin doğru ve mantıklı bir şekilde uygulanmasına imkân vermektedir(Özdemir ve Saaty, 2006: 349-359). AHP’de karar probleminin unsurları olan amaç, karara etki eden ana kriterler, ana kriterlerin altında yer alan alt kriterler ve alternatifler hiyerarşik yapı şeklinde bir model ile gösterilir. Yöntem karara etki eden kriterleri birbirleri ile karşılaştırarak değerlendirmekte ve alternatifleri kriterlerin değerlendirme sonucuna göre analiz etmektedir.

AHP karmaşık problemleri hiyerarşik yapı içinde daha basit bir hale getirmektedir. Hiyerarşik yapı ile problemin küçük parçalara ayrılarak detayları ile ortaya konması sağlanmaktadır. AHP’nin bir özelliği de karar vericinin objektif ve subjektif yargı ve düşüncelerine karar sürecinde yer vermesidir. “AHP bilginin, deneyimin, bireyin düşüncelerinin ve önsezilerinin mantıksal bir şekilde birleştiği bir yöntemdir”(Kuruüzüm ve Atsan, 2001:84).

AHP yöntemi önceleri araç gereç seçimi, kuruluş yeri seçimi, tedarikçi seçimi gibi teknik problemlerin çözümünde kullanılmış; daha sonraları pazarlama, finans, eğitim, ekonomi gibi sosyal alandaki problemlerin çözümünde de yaygın olarak kullanılmıştır. Problemleri, dolayısıyla problemdeki kriter ve alternatifleri hiyerarşik bir yapı içinde tanımlayarak seçim ve değerlendirme yapılmasına imkân veren AHP, problemlerin çözümünde hiyerarşik yapılandırmayı kurarken bir takım aksiyomları göz önünde tutmaktadır.

1.4.1.1.1. AHP’ nin Aksiyomları

AHP’nin teorik yapısı karşılıklı kıyaslama, homojenlik, bağımsız olma ve beklentiler olmak üzere dört aksiyomdan oluşur:

Aksiyom 1. Karşılıklı kıyaslama:

Çift taraflılık olarak da adlandırılan karşılıklı kıyaslama aksiyomu, iki taraflı olma veya tersi olma şeklinde ifade edilmektedir(Kuruüzüm ve Atsan 2001: 83-105). Bu aksiyom, kriterler arasında karşılaştırmalar yaparak karşılaştırma matrislerini

oluşturmak için kullanılmaktadır. Karşılaştırma yapmak ve karşılaştırma matrislerini oluşturmak AHP'nin temelini oluşturmaktadır. Kıyaslama özelliği yapılırken bir kriterin diğer bir kriterle karşılaştırma sonucunun bilinmesi, buna karşılık gelen diğer kıyaslamaların bilinmesini sağlamaktadır. “Diğer bir ifade ile karşılaştırma yapılan elemanlar için $P_c(A,B)$; A ile B'nin karşılaştırılmasında A, B'ye göre 3 değeri ile tercih ediliyorsa; karşılığında B, A'ya 1/3 ile tercih edilmektedir”(Timor 2011:33).

$$\frac{w_i}{w_j} = a_{ij} \quad (1.3)$$

$$a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}} \quad (1.4)$$

Aksiyom 2. Homojenlik:

Homojenlik özelliği karşılaştırılan kriterlerin ve alternatiflerin birbirinden çok farklı olmamalarını ifade etmektedir. Karşılaştırılan kriter ya da alternatiflerin ortak bir özelliğinin bulunması gereklidir. Ayrıca bu özellik gereği karşılaştırma yapmak için tercihler bir ölçek ile temsil edilmelidir. “Bir ölçek sağlanamamışsa karşılaştırılan elemanlar homojen değildir”(Timor, 2011:34). Karşılaştırma için Saaty'nin önerdiği 1-9 ölçeği kullanılmaktadır. Kullanılan temel ölçek 1-9 aralığında olduğundan karşılaştırma değerleri 1/9, 1/8.....1/2, 1, 2.....8, 9 aralığında olacaktır.

Aksiyom 3. Bağımsızlık:

Bağımsızlık, karar vericinin karar problemine ait hiyerarşinin herhangi bir düzeyindeki elemanı ile ilgili yargı ve tercihlerinin, o elemandan daha farklı seviyedeki elemanlardan bağımsız olduğunu ifade eder. Hiyerarşideki belirli bir düzeydeki elemanlara ilişkin yargıların veya önceliklerin başka bir düzeydeki elemanlardan bağımsız olması gerektiğini, dolayısıyla üst düzeydeki kriterlerin önceliklerinin yeni bir alternatif eklendiğinde veya çıkarıldığında değişmeyeceğini ifade etmektedir(Kuruüzüm ve Atsan, 2001:85). Bağımsızlık ilkesi gereği bu durumda ilave edilen ya da çıkarılan bir kriter çözümün farklılaşmasına yol açabilecektir.

Aksiyom 4. Beklentiler:

Bu özellik AHP'nin başarılı olabilmesi ve doğru çözüm üretebilmesi için karar vericinin ya da karar vericilerin düşüncelerini tam olarak yansıtan bir hiyerarşik yapının tam olarak kurulduğu ve karara etki eden kriterlerin hiyerarşik yapı içinde gösterildiğini varsaymaktadır. AHP'de çözümler, sıralamalar ve değerlendirmeler temel olarak karar vericilerin düşünce ve yargılarına ikinci olarak karar probleminin doğasına aittir(Saaty, 2008b:23-35). Bu aksiyom yerine getirilmediği zaman verilecek karar yetersiz olacaktır.

Analitik düşünme ve ölçmeye ilişkin temel gözlemler AHP'nin yararlı bir problem çözme yöntemi olarak gelişmesine yol açmıştır. AHP sosyal ve ekonomik problemlerin çözümünde, bireysel ve grup kararı vermeye uygun, çıktıların test edilebildiği esnek bir yöntemdir(Saaty, 2008b:23). Analitik Hiyerarşi Süreci genel olarak aşağıdaki aşamaları izleyerek uygulanmaktadır:

1. Aşama: Problemin tanımlanması ve amacın belirlenmesi:

Öncelikle karar problemi, karar probleminin bileşenleri tespit edilerek bilgi elde edilmeli ve problem açıkça ortaya konulmalıdır.

2. Aşama: Probleme ilişkin hiyerarşik yapının oluşturulması:

Probleme ilişkin hiyerarşik yapının, en tepede karara ait hedef olmak üzere, karara etki eden ana kriterleri ve varsa onların alt kriterleri belirlenerek tüm kriterleri ve en altta alternatifleri içerecek biçimde oluşturulması gerekmektedir. Hiyerarşik yapı oluşturulmadan önce çok titizlikle yapılması gereken ve karar problemiyle ilgili uzmanlarında içinde bulunacağı kişilerin karar probleminde etkili olan ana ve alt faktörleri belirlemeleri gereklidir. Hiyerarşi içinde yer alacak olan kriterler dikkatlice tespit edilerek probleme etki eden kriterlerin hiyerarşik yapı dışında kalmaması sağlanmalıdır. Ancak çok sayıda kriterin belirlenmesi halinde karşılaştırmaların yapılmasında güçlüklerin ortaya çıkabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

3. Aşama: İkili karşılaştırmaların yapılması:

Hiyerarşik yapının oluşturulmasından sonra her bir kriter ve her bir kritere göre alternatiflerin ikili karşılaştırmaları karar vericilerce yapılarak karşılaştırma matrisleri oluşturulmalıdır.

4. Aşama: İkili karşılaştırma matrislerinin tutarlılığının kontrol edilmesi:

Karşılaştırmaların tutarlı olup olmadıklarını tespit etmek için uyum, diğer bir ifade ile tutarlılık oranı hesaplanır. Eğer karşılaştırmalarda uyumsuzluk ve tutarsızlık söz konusu ise yöntem doğru sonuçlar vermeyecektir.

5. Aşama: Öncelik değerlerinin tespit edilmesi:

Elde edilen karşılaştırma matrisi daha sonra öncelikler vektörüne dönüştürülerek öncelikler tespit edilir.

6. Aşama: Alternatiflerin değerlendirilmesi ve sonuç:

Kriter ağırlıklarına göre alternatiflerin seçilmesi ve değerlendirilmesinden sonra kararın uygulanarak uygulama sonrası değerlendirmelerin yapılması ile karar süreci tamamlanmış olur.

AHP yönteminde problem tanımlanması, karar sürecinin ilk aşaması olup problemin iyi tanımlanması tüm yöntemlerde doğru bir çözüme ulaşmak için son derece önemlidir. Problemin ortaya konmasından sonra AHP yönteminin ikinci önemli adımı, tanımlanan probleme ilişkin hiyerarşik yapının oluşturulmasıdır.

1.4.1.1.2. Hiyerarşik yapının oluşturulması

AHP’de hiyerarşik yapı temel kriterler ile alt kriterler arasındaki ilişkileri ve kriterlerin üstünlüklerini ifade eden bir yapıdır. Hiyerarşik yapı karar probleminin ana hatlarını ortaya koymaktadır. Hiyerarşik yapı, karar vericilerin değerlendirmeleri ile belirlenen ana kriter ilişkilerini ve alt kriterler bazında daha alt seviyedeki ilişkileri ifade eder. AHP, problemi çok seviyeli bir hiyerarşik yapı ile ortaya koymaktadır. Problemin yapısına göre hiyerarşinin seviye sayısı belirlenmektedir. AHP’de her karar problemi için amaç, kriter, olası alt kriter seviyeleri ve

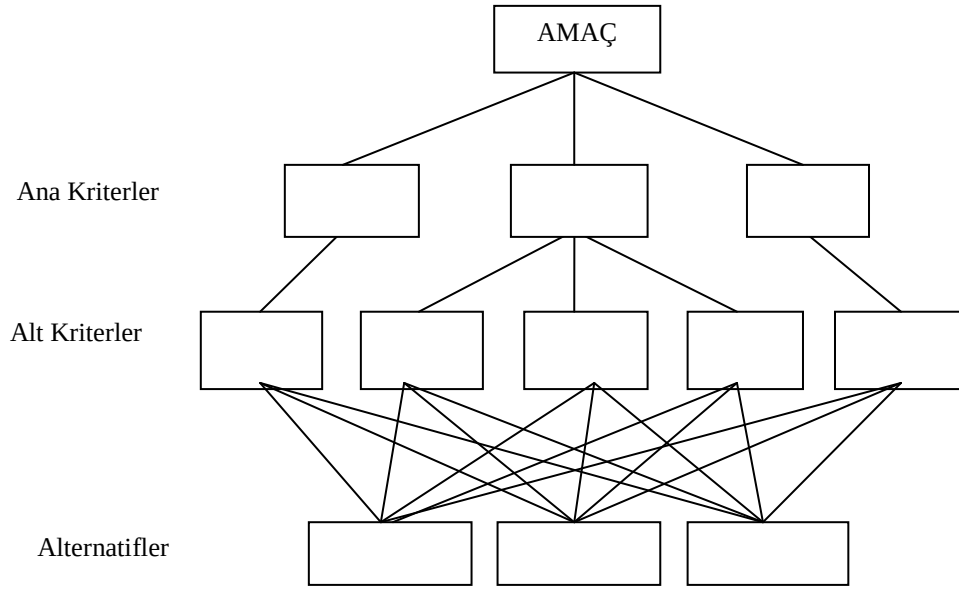
alternatiflerden oluşan bir hiyerarşik yapı kullanılır(Saaty, 1990:9-11). Hiyerarşik yapının kurulması ile karmaşık ve zor problemler daha anlaşılır ve kolay bir nitelik kazanır. Fonksiyonel ilişkilerin yer aldığı hiyerarşik yapıda en üstte amaç, ve alt seviyede karar alternatiflerine ait kriterler yer almaktadır. Hiyerarşinin en altında ise alternatifler bulunmaktadır. Karar alternatiflerine etki eden kriterler, bir kriterler kümesini içeriyorsa bu grupların içinde daha küçük alt kriterler yer almaktadır.

AHP’de temel olarak problemle ilgili kriterler ve bu kriterlerin birbiri ile ilişkilerinin belirlenmesi gereklidir. Bunun için hiyerarşik yapının ve hiyerarşik yapı içindeki kriterlerin ilişkilerinin doğru bir şekilde belirlenmesi çok önemlidir. Bu amaçla mümkün olduğunca uzman görüşü alınarak bu yapının oluşturulması AHP’de başarıyı artıracaktır. AHP’de karar problemine ait ana kriterler ile alt kriterlerin belirlenmesi son derece önemlidir. Çünkü matematiksel boyutuyla doğru işlemlerin yapılması yanlış kurulan bir hiyerarşik yapıda yöntemden beklenen faydayı sağlamayacaktır. Hiyerarşik yapının oluşturulması sırasında konu uzmanlarının yanı sıra karar problemini yaşayan uygulayıcıların yer alması önemlidir.

AHP’nin en önemli özelliklerinden olan uzman ve uygulayıcıları, karar sürecine dahil ederek alınacak kararın daha gerçekçi olmasına imkân sağlamaktadır. AHP’ de karar sürecine uzmanlar, gerek hiyerarşik yapının oluşturulması gerekse kriterler ve alternatiflerin ikili karşılaştırmalarının yapılması aşamalarında katılmaktadırlar. Uzmanların görüşleri doğrultusunda oluşturulan hiyerarşik yapı gerektiğinde yeni ana ve alt kriterler eklenerek ya da çıkarılarak değiştirilebilmektedir. Bu durumda hiyerarşik yapının son şekline göre sürecin baştan alınması ve karşılaştırmaların tekrarlanması gerekir. Çünkü bu durumda karar vericilerce yapılan ikili karşılaştırmalarda “işlemsel anlamlılık” ve “sıra değişimi” sorunu ortaya çıkacaktır. AHP’ de bu durum yeni bir alternatif eklendiğinde ya da çıkarıldığında ortaya çıkan bu sorun “Sıra değişimi” olarak ifade edilmektedir(Timor, 2011:39).

Aşağıdaki şekilde AHP’de oluşturulan genel hiyerarşik yapı görülmektedir. Hiyerarşik yapı, problemin yapısına bağlı olarak ana kriterler altında alt kriterlerin

seviyesine göre üç aşamalı, dört aşamalı, ya da daha fazla seviyeden oluşabilmektedir. Hiyerarşik yapının tepesinde amaç, amacın altında ana kriterler ve ana kriterlerin altında da alt kriterler yer almaktadır. Hiyerarşik yapının en altında ise alternatifler yer almaktadır.



Şekil 1.4. Dört Aşamalı Hiyerarşik Yapı

Hiyerarşik yapının kurulması sırasında problemle ilgili tüm uzman ve uygulayıcıların görüşlerine başvurmak yöntemin başarısı açısından önemlidir. Çünkü yöntemde doğru bir hiyerarşik yapı kurulması için problemle ilgili bilgi ve tecrübe sahibi olunması gerekmektedir. Hiyerarşik yapı, problemi tanımlayacak ve temsil edecek nitelikte olmalıdır. Karara etki eden tüm kriterlerin hiyerarşik yapı içerisinde yer alması doğru bir karar için önemlidir.

Belirsizlikler ve diğer etkileyici kriterler, tecrübe ve sezgilerden de yararlanarak hiyerarşik yapıya dâhil edilir. AHP sadece karmaşıklığın yapılandırılmasında araç olmaz, karar sürecindeki objektif ve subjektif kriterlerin birleştirilmesinde dengeleyici bir metodolojidir(Yıldırım ve Önder, 2014:26). Hiyerarşik yapının oluşturulmasından sonra kriterlerin ikili karşılaştırılmalarının yapılmasına geçilir.

1.4.1.1.3. İkili karşılaştırma matrisi ve temel özellikleri

AHP’de oluşturulan ikili karşılaştırmalar matrisi Tablo 1.2.’de görüldüğü gibidir.

Tablo 1.2. İkili Karşılaştırmalar Matrisi

	Kriter 1	Kriter 2		Kriter n
Kriter 1	w_1/w_1	w_1/w_2		w_1/w_n
Kriter 2	w_2/w_1	w_2/w_2		w_2/w_n
.....				
Kriter n	w_n/w_1	w_n/w_2		w_n/w_n

Kaynak: Vargas G. Luis (1990), “An overview of the analytic hierarchy process and its applications”, European Journal of Operational Research, s. 4

Matriste yer alan terimler amaca ulaşmada i kriterinin j kriterine oranla ne derece önemli olduğunu ifade etmektedir(Vargas, 1990:4). Matris köşegeninde bulunan değerler her bir kriterin kendisiyle karşılaştırma değeri olduğu için ‘1’ değerini almaktadır. Matrisin köşegeninin altında yer alan karşılaştırma değerleri, karşılık olma özelliği gereği ters çevrilerek bulunur. Bu nedenle n elemanlı bir matriste $n(n-1)/2$ adet karşılaştırma yapılır(Çetin ve Bıtrak, 2010:6).

İkili karşılaştırmaların yapılmasındaki amaç, kriterlerin karara etki derecelerinin belirlenmesidir. Belli bir kritere göre önem, tercih ve beğeniyi ifade etmek için eşli karşılaştırmalar yapmak insanlar arasında ortak olan ve insanların duygu ve düşüncelerini yansıtan doğal bir süreçtir. Eşli karşılaştırmalar yapmak insanlar için doğuştan gelen özel bir yetenektir(Saaty, 2001:397). AHP’de oluşturulan hiyerarşi içinde yer alan kriterler arasında ikili karşılaştırmalar yapılarak kriterlerin birbirlerine göre nispi önemleri tespit edilmektedir.

İkili karşılaştırma yargılarının oluşturulmasında bir kriterin diğer bir kritere göre ne kadar önemli olduğu Saaty tarafından oluşturulan ve 1-9 arasında puanlama yapılmasını sağlayan tercih ölçeği ile yapılmaktadır. AHP’de karşılaştırma yapmak

için farklı ölçekler tercih edildiği görülmekle birlikte Saaty tarafından önerilen ve aşağıdaki tabloda görülen 1-9 arasındaki sayılar ile ifade edilen ölçek yaygın olarak kullanılmaktadır(Saaty, 2008a:86).

Tablo 1.3. İkili Karşılaştırmalar Ölçeği

İkili Karşılaştırma Tercihleri	Önem Derecesi	Açıklama
Eşit derecede önemli	1	İki faktör önemi eşittir.
Ara değer	2	İki faktör arasında tercihte küçük önem farkı bulunur.
Az önemli	3	Bir faktör diğerinden biraz daha önemlidir.
Ara değer	4	
Oldukça önemli	5	Bir faktör diğerinden kuvvetle daha önemlidir.
Ara değer	6	
Çok önemli	7	Bir faktör diğerinden yüksek derecede önemlidir.
Ara değer	8	
Çok yüksek derece önemli	9	Bir faktör diğerinden çok yüksek derecede önemlidir.

Kaynak: Saaty L. Thomas (2008a), “Decision making with the analytic hierarchy process” Int. J. Services Sciences, Vol. 1, No. 1, s. 86.

İkili karşılaştırmalar ölçeği kullanılarak farklı kriterlerin karşılaştırılması ile elde edilen matris ikili karşılaştırmalar matrisi olarak adlandırılmaktadır. İkili karşılaştırmalar ölçeği Tablo 1.3.’te yer almaktadır. İkili karşılaştırmalar yapmak günlük hayatta ve iş hayatında birden çok kriter ve alternatif arasında seçim yapabilmek için kolay bir yol olarak insanlar tarafından uygulanmaktadır. İkili karşılaştırmalar adeta karmaşık problemlerin basitleştirilmesi ve zor kararların kolaylaştırılması için insan düşüncesine uygun bir yöntem olarak ifade edilmektedir.

İkili karşılaştırma matrislerinin temel özellikleri şu şekilde sıralanmaktadır(Timor, 2011:32-33):

1. İkili karşılaştırma matrisi bir kare matristir.
2. İkili karşılaştırma matrisi tam tutarlı ise aşağıdaki eşitlik sağlanır:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^n a_{ij} a_{jk} = a_{ik} \quad (i,j,k=1,2,\dots,n)$$

$$|a_{ij}| |a_{jk}| = (w_i/w_j) \cdot (w_j/w_k) = (w_i/w_k) = a_{ik}$$

3. A matrisi tam tutarlı ise herhangi bir satırından matrisin diğer elemanları bulunabilir,
4. İkili karşılaştırma matrisinde yapılması gereken karşılaştırmaların sayısı seçenek sayısı olan n'nin ikili kombinasyonuna eşittir.
5. İkili karşılaştırma matrisinin en büyük özdeğerine karşılık gelen özvektör matrisi AHP'de önem ağırlıkları(öncelikler vektörü) olarak adlandırılır.
6. A matrisinin köşegen değerleri '1'e eşittir. Çünkü her bir elemanın kendisi ile karşılaştırıldığında alacağı değer '1' dir.

Karşılaştırmaların tutarlılığı açısından karşılaştırılan kriter ve alternatif sayısı 9'dan küçük olmalıdır. Büyük olması durumunda homojen olarak ortak özelliklere göre kümeleme yapılmalıdır(Saaty,1990:20). Karşılaştırma matrisinin oluşturulmasında kullanılan ölçek de 9 değerlendirme aralığı ile sınırlandırılmıştır. Bu sınırlandırmanın amacı; insan zihninin, değerlendirmeleri kavrayarak kıyaslamalarını zihinsel karışıklığa düşmeden yapabilmesi içindir. Ölçeğin, kriter ve alternatiflerin 7 ya da 7'ye komşu sayılarda sınırlandırılmasını George Miller "Bizim Bilgi İşleme Kapasitemizin Bazı Sınırları, Sihirli Sayı Yedi Artı-Eksi İki" adlı çalışmada kişilerin karşılaştırmalarda ve işlem yapmada yedi sayısını psikolojik sınır limiti olarak ortaya koymuştur(Miller, 1955:352). Karşılaştırmalarda 7 değerlendirme aralığı ya da 7'ye komşu değerlendirme aralıklarının insan beyninin işleme kapasitesi bakımından tercih edilmesi gerektiği ifade edilmektedir. Aksi halde çok fazla kıyaslama tutarsızlıklara neden olurken daha az kıyaslama değerlendirmelerin tam olarak yapılamaması sonucunu doğuracaktır.

1.4.1.1.4. AHP'de özdeğer ve özvektör

AHP'de kriterlerin ağırlıkları diğer bir ifade ile önem dereceleri ikili karşılaştırmalar sonucu bulunur. İkili karşılaştırma matrisinin genel şekli aşağıdaki şekilde ifade edilebilir.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{1j} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1/a_{1n} & \dots & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

İkili karşılaştırma matrisinden elde edilen göreceli önem değerleri $w_1, w_2 \dots w_n$ ile ifade edilmektedir. Ağırlık değerleri olan w ile matrisin özvektör ve öncelik vektörü hesaplanmaktadır. Tutarlı bir ikili karşılaştırma matrisinden sağlanan öncelikler matrisini temsil etmek için özvektör gereklidir. Özvektör alternatifler arasındaki tercih sıralamasını göstermektedir (Saaty, 2003:85-86). Göreceli ağırlıklar matrisini aşağıdaki şekilde ifade edebiliriz.

$$W = \begin{matrix} & w_1 & \dots & w_j & \dots & w_n \\ \begin{matrix} w_1 \\ \vdots \\ w_i \\ \vdots \\ w_n \end{matrix} & \begin{pmatrix} w_1/w_1 & \dots & w_1/w_j & \dots & w_1/w_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_1/w_i & \dots & w_1/w_j & \dots & w_i/w_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_n/w_1 & \dots & w_n/w_j & \dots & w_n/w_n \end{pmatrix} \end{matrix}$$

W ve w değerleri çarpılarak,

$$A \cdot w = \begin{matrix} & w_1 & \dots & w_j & \dots & w_n \\ \begin{matrix} w_1 \\ \vdots \\ w_i \\ \vdots \\ w_n \end{matrix} & \begin{pmatrix} w_1/w_1 & \dots & w_1/w_j & \dots & w_1/w_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_1/w_i & \dots & w_1/w_j & \dots & w_i/w_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_n/w_1 & \dots & w_n/w_j & \dots & w_n/w_n \end{pmatrix} \begin{pmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_i \\ \vdots \\ w_n \end{pmatrix} = \lambda \begin{pmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_i \\ \vdots \\ w_n \end{pmatrix} = \lambda w \quad (1.5)$$

şeklinde gösterilebilir. Yukarıdaki denklemin çözümü özdeğer bulma problemidir. Nispi ağırlıklar $Aw = \lambda_{max}w$ denklemini sağlayan λ_{max} değeri ile

w özvektörü bulunur. λ_{max} A matrisinin en büyük özdeğeri olmak üzere w özvektörü $(A - \lambda_{max}I)w=0$ denklemi ile bulunur(Yıldırım ve Önder, 2014:25).

Reel elemanlı bir $A_{n \times n}$ kare matrisi ve sıfırdan farklı $X_{n \times 1}$ vektörü ele alındığında $Aw=\lambda w$ eşitliğini gerçekleştiren bir λ skaleri varsa, bu sıfırdan farklı w vektörü A kare matrisinin “özvektörü”dür. λ , A matrisinin bir “özdeğeri(veya karakteristik değeri) olarak tanımlanmaktadır.

1.4.1.1.5. AHP’de tutarlılık (Uyum Oranı)

AHP’de İkili karşılaştırmalar aşaması problemin iyi tanımlanarak doğru bir hiyerarşik yapı ile ifade edilmesi kadar önemli bir aşamadır. Bu aşamada karşılaştırmaların tutarlı bir şekilde yapılması büyük önem taşır. Çünkü ikili karşılaştırma sonuçlarına göre kriterlerin karara etki dereceleri belirlenecek ve alternatiflerin seçimi yapılacaktır.

Karar vericiler tarafından yapılan ikili karşılaştırmaların tutarlılığı AHP’de en önemli noktalardan biridir. Tutarlılık, yargıların çelişmemesi olarak ifade edilebilir. Örneğin; A ve B gibi iki kriter birbiri ile karşılaştırıldığında A kriteri B karşısında önemli sayılarak 2 değeri verilsin. B kriteri de C kriteri ile karşılaştırıldığında 4 önem derecesi verilsin. Bu durumda A ile C kriterinin karşılaştırılması halinde A kriteri baskın olacak şekilde 8 değeri verilmelidir. Çünkü A B’den 2 ve B de C’ den 4 kat daha önemli ise A C’den $2 \times 4 = 8$ kat daha önemli olacaktır. Aksi halde 8 yerine farklı bir değer verildiğinde tutarsızlık ortaya çıkacaktır(Yıldırım ve Önder, 2014:31).

AHP’de karar vericinin ikili karşılaştırmalarda tutarlılığını görmek için “Tutarlılık Oranı”nın hesaplanması gereklidir. AHP’de tutarlılığın hesaplanmasında λ_{max} kullanılmaktadır. Hesaplanan tutarlılık oranı 0,10 ‘un altında olduğunda karşılaştırmalar tutarlı kabul edilmektedir. Tutarlılık ya da uyum oranının 0,10’un üstünde çıkması durumunda karar vericilerin yargılarını tekrar gözden geçirmeleri gerekmektedir. Tutarlılık oranı bütün karşılaştırma matrisleri için hesaplanır. Tutarlılık oranının hesaplanmasında aşağıdaki adımlar izlenir(Timor, 2010:307):

1. Karşılaştırma Matrisinin her bir sütununun toplamı bulunur.
2. Karşılaştırma Matrisinin her bir elemanı ait olduğu sütun toplamına bölünerek Normalize Edilmiş Karar Matrisi hesaplanır.
3. Normalize Edilmiş Karar Matrisinin her bir satırının aritmetik ortalaması alınarak Öncelikler Vektörü hesaplanır.
4. Bulunan Öncelikler Vektörü ile başlangıçta verilen karşılaştırma matrisi çarpılarak Tüm Öncelikler Matrisi elde edilir.
5. Daha sonra bir sütun vektörü olan Tüm Öncelikler Matrisi elemanları öncelikler vektörü elemanlarına bölünür ve bulunan matris elemanlarının ortalaması alınır. Bulunan vektör bir sütun vektörüdür ve bu sütun vektörünün ortalaması en büyük özdeğer olan λ_{max} 'ı vermektedir. İkili karşılaştırma matrisinde tutarlılığının sağlanması için matrisin en büyük özdeğeri olan λ_{max} 'ın matris boyutu (n)'e eşit olması gereklidir.

λ_{max} değeri her zaman n'ye eşit veya n'den büyüktür. λ_{max} değeri tutarlılık oranının hesaplanmasında kullanılmaktadır. Tutarlılık indeksi CI aşağıda verilen formül ile hesaplanmaktadır. Tutarlılık İndeksi hesaplamasında kullanılan formüldeki n karşılaştırılan kriter sayısını ifade etmektedir.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (1.6)$$

Tutarlılık indeksi CI hesaplandıktan sonra bulunan bu indeksi rastgele indeks değeri ile karşılaştırmak gerekmektedir. Tutarlılık Oranının(CR) hesaplanması için aşağıdaki formül kullanılır. Hesaplanan CR değerinin $CR < 0,10$ bulunması halinde matris tutarlı kabul edilecektir.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (1.7)$$

Karşılaştırma matrisinin tutarlı olması çalışmanın doğruluğu ve güvenilirliği açısından zorunludur. Aksi halde verilecek karar doğru olma niteliğini kaybedecektir. Karar vericilerin ikili karşılaştırmalarında hata yapabilmeleri nedeniyle tutarlılığın kesin ve tam olarak sağlanması oldukça zordur. Ancak AHP’de tam bir tutarlılık aranmayıp tutarlılık oranının $CR < 0,10$ dan küçük olması yeterli görülmektedir. Eğer $\lambda_{max} = n$ ise matrisin tutarlılığı sağlanmış olmaktadır. Bununla birlikte çoğunlukla karşılaştırmalarda tutarsızlıklar vardır.

Bu durumda $\lambda_{max} = n$ eşitliği;

$\lambda_{max} \geq n$ şeklinde olacaktır (Timor, 2011:36).

Farklı bilim adamları yapmış oldukları çalışmalar sonucunda farklı rastgele indeks değerleri önermektedir. Çalışmada Saaty’nin de kullanmış olduğu Wharton (RI) rastgele indeks değerleri kullanılmıştır.

Tablo 1.4.Farklı Bilim Adamlarının Önerdikleri RI Değerleri

	Oak Ridge	Wharton	Golden Wang	Lane verdini	Forman	Noble	Tumala, Wan	Aguran Et al.	Alonso, Lamata
	100	500	1000	2500		500		100000	100000
3	0,382	0,58	0,5799	0,52	0,5233	0,49	0,500	0,525	0,5245
4	0,946	0,90	0,8921	0,87	0,8860	0,82	0,834	0,882	0,8815
5	1,220	1,12	1,1159	1,10	1,1098	1,03	1,046	1,115	1,1086
6	1,032	1,24	1,2358	1,25	1,2539	1,16	1,178	1,252	1,2479
7	1,468	1,32	1,3322	1,34	1,3451	1,25	1,267	1,341	1,3471
8	1,402	1,41	1,3952	1,40		1,31	1,326	1,404	1,4056
9	1,350	1,45	1,4537	1,45		1,36	1,369	1,452	1,4499
10	1,464	1,49	1,4882	1,49		1,39	1,406	1,484	1,4854
11	1,576	1,51	1,5117			1,42	1,433	1,513	1,5141
12	1,476	1,48	1,5356	1,54		1,44	1,456	1,535	1,5365
13	1,564	1,56	1,5571			1,46	1,474	1,555	1,5551
14	1,568	1,57	1,5714	1,57		1,48	1,491	1,570	1,5713
15	1,586	1,59	1,5831			1,49	1,501	1,583	1,5838

Kaynak: Alonso Antonio Jose, Lamata Teresa(2006), “Consistency In The Analytic Hierarchy Process: A New Approach”, International Journal Of Uncertainty, Fuzziness And Knowledge-Based Systems Vol. 14, No. 4 ,S.449.

RI, Rastgele İndeks değeri alternatif sayısına göre tablodan bakılarak tespit edilir. AHP’de tutarlılık analizi ile ikili karşılaştırma sonucunda elde edilen değerlerin yani önceliklerin birbirleri ile olan mantıksal ve matematiksel ilişkisi incelenmektedir(Alp ve Gündoğdu, 2012:11).

1.4.1.1.6. AHP’ de öncelik değerlerinin belirlenmesi

İkili karşılaştırma matrisleri oluşturulup tutarlılıkları kontrol edildikten sonra karşılaştırılan elemanların öncelik değerleri hesaplanır. Öncelik vektörünün elde edilmesinde Yaklaşık Yöntem, Özdeğer Yöntemi ve Geometrik Ortalama Yöntemi gibi farklı yöntemler bulunmaktadır. AHP’de bir karşılaştırma matrisi ile ilgili ağırlıkların belirlenmesi sentez işlemleri olarak ifade edilir.

Sentezleme olarak da ifade edilen özvektörün bulunması için ilk olarak ikili karşılaştırma matrisleri normalleştirilmektedir. Normalize edilmiş matris, her sütun elemanının ait olduğu sütun toplamına bölünmesi ile elde edilmektedir. Daha sonra normalize edilmiş matrisin satır toplamalarının ortalamaları alınarak kriterlerin ve alternatiflerin ağırlıkları veya özvektör elde edilmektedir. Öncelik vektörü diğer bir ifade ile özvektör ikili karşılaştırma matrislerinden önceliklerin elde edilmesi için kullanılması bakımından önemlidir.

Önceliklerin sağlanması AHP yönteminin dayandığı matematiksel işlemlerde önemli bir noktadır. Yaklaşık Yöntem aşağıdaki formülasyon ile yapılmaktadır (İshizaka ve Nemery, 2013:33).

$$r_{ij} = \sum_i a_{ij} \quad (1.8)$$

$$p_i = \frac{r_i}{\sum_i r_i} \quad (1.9)$$

Her bir ikili karşılaştırma matrisinin normalize edilmiş matrisinden elde edilen öncelik vektörleri, bir üst seviyedeki ikili karşılaştırma matrisi ile çarpılarak tüm öncelikler vektörü bulunur. Tüm öncelikler vektörünü öncelikler vektörü elemanlarına böldüğümüzde elde edilen elemanların ortalaması λ_{max} değerini verecektir.

1.4.1.1.7. AHP’de alternatiflerin değerlendirilmesi

İkili karşılaştırma matrislerinden elde edilen öncelik değerleri birleştirilerek amaç için öncelik değerleri elde edilir. Kriter öncelik değerleri ile alternatif öncelik değerleri çarpılıp, çarpımlar toplanarak birleştirilir. En yüksek değere sahip alternatif seçilir.

1.4.1.1.8. AHP ile grup kararı verilmesi

AHP’nin önemli özelliklerinden bir tanesi de hem bireysel hem de grup kararı verilmesi durumunda kullanılabilmesidir. AHP’de grup kararı iki şekilde verilebilmektedir. Birincisi, karar vericiler karşılaştırmalar yaparken ve kararlar

oluştururken grup üyeleri farklı düşüncelerini kendi aralarında tartışarak karar üzerinde uzlaşma sağlamaktadırlar. İkincisi ise grup üyelerinin her birinin sayısal olarak 1-9 arasında vermiş olduğu yargıları çeşitli ortalama alma yöntemleri ile tek bir karşılaştırma değeri ile temsil edilerek ortak grup kararının oluşturulmasıdır. Grup kararı oluşturulmasında karar vericilerin uzman kişiler olması halinde ve yargılarının birleştirilmesini istemeyebilecekleri bir durumda, bireysel yargılardan grup kararı oluşturmak için her bir karar vericinin değerlendirmesi sonucunda elde edilen değerlerin geometrik ortalaması alınarak grup kararı oluşturulmaktadır(Saaty, 2008a:95).

1.4.1.1.9. AHP'nin üstün ve zayıf yönleri

Bir karar verme yönteminde bulunması gereken özellikler bir yöntemin değerlendirilmesinde temel hareket noktasını oluşturmaktadır. Bu kapsamda AHP yönteminin üstünlükleri ve zayıflıkları, yöntemin diğer yöntemlerle karşılaştırılmasında önemlidir. AHP'nin üstün yanlarını şu şekilde sıralamak mümkündür;

- Yöntem kolay anlaşılır ve yöntemin uygulanması kolaydır.
- Problemin açıkça ortaya konuş biçimi olan hiyerarşik yapının kurulması kolay ve kurulan hiyerarşik yapı problemi açıklamak bakımından güçlüdür.
- Çok sayıda kriter ve alternatifin karar problemi içinde yer almasına imkân vermektedir.
- Probleme ilişkin nicel ve nitel kriterlerin çözüm sürecine katılmasına imkân vermektedir.
- Bireysel ve grup kararı verilmesine imkân vermektedir.
- Tutarlılık derecesinin ölçülmesine ve duyarlılık analizine imkân vermektedir.

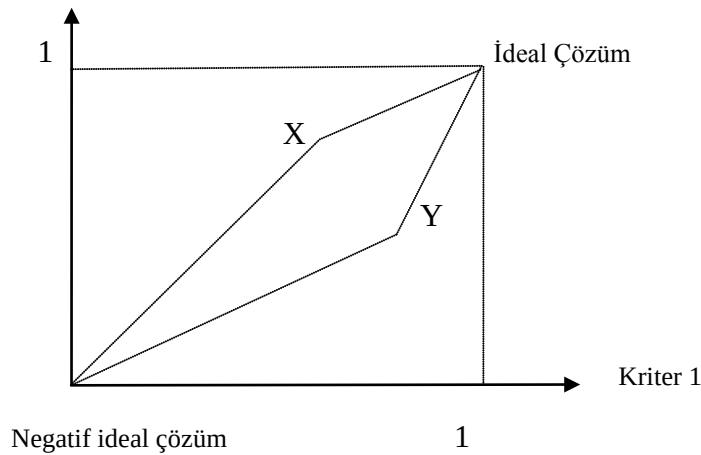
AHP'nin zayıf yanlarını ise şu şekilde sıralamak mümkündür:

- Problemin tanımlanması ile oluşturulacak hiyerarşik yapının doğru bir şekilde kurulamaması kendisinden sonraki hataların başlangıcını oluşturacaktır.
- AHP’de oluşturulan hiyerarşik yapıya kriter ilave edilmesi ve kriter çıkarılması sonucunda çözüm alternatiflerinin sıralaması değişmekte diğer bir ifade ile sıra değişimi problemi yaşanmaktadır.

1.4.1.2. TOPSIS yöntemi

TOPSIS(Technique for Order Preference by Similarity to İdeal Solution) Hwang ve Yoon tarafından 1981 yılında geliştirilen bir yöntemdir. Çok kriterli karar verme yöntemlerinden TOPSIS, alternatiflerin ideal pozitif çözüm noktası ve negatif ideal çözüm noktasına uzaklıklarına göre karar verilmesine dayanır. Pozitif ideal çözüm noktası faydanın en yüksek, maliyetin en düşük olduğu çözümünü verirken negatif ideal çözüm ise faydanın en düşük, maliyetin en yüksek olduğu çözümü verir. TOPSIS yaklaşımının temelinde pozitif ideal çözüme en yakın mesafedeki çözüm noktasının bulunması yanında negatif ideal çözüme en uzak mesafede olan çözüm noktasının bulunması vardır(Ergül, 2010:57).

Kriter 2



Şekil 1.5. TOPSIS Yönteminin Geometrik Gösterimi

Kaynak: Alessio Ishizaka and Philippe Nemery (2013), “Multi-Criteria Decision Analysis: Methods and Software”, First Edition. John Wiley & Sons, Ltd. s. 215.

Şekil 1.5.'te x ve y noktaları alternatifleri göstermektedir. Şekildeki x noktası ideal çözüme en yakın nokta olması ve negatif ideal çözüme uzak nokta olması nedeniyle y noktasına göre tercih edilir. Şekildeki y noktası ise x noktasına göre ideal çözüm noktasından uzak ve negatif ideal çözüm noktasına yakınlığı nedeniyle tercih edilmeyen alternatiftir.

TOPSIS anlaşılabilir ve kolay uygulanabilir olduğu için yaygın olarak kullanılan bir ÇKKV yöntemidir. TOPSIS yönteminde kriter ağırlıklarının belirlenmesi yöntemin subjektif yönünü oluşturmaktadır(Ishizaka ve Nemery, 2013:13; Dumanoglu ve Ergül, 2010:102). Yöntemde kriter ağırlıklarının belirlenmesinde DEMATEL, ANP ve AHP gibi çeşitli karar verme yöntemlerin uygulanabildiği görülmektedir. Kriter ağırlıklarının belirlenmesinde karar problemi konusundaki uzmanların değerlendirme ve fikirlerine başvurmak yöntemin başarısını artırmaktadır.

TOPSIS ile karar problemlerinde seçim, sıralama ve değerlendirme yapılabilmektedir. TOPSIS yönteminin uygulanmasında ilk aşama karar matrisinin oluşturulmasıdır. Karar matrisinin oluşturulmasından sonra bu matristen hareketle normalize edilmiş karar matrisi hesaplanır. Normalize edilmiş karar matrisinin elde edilmesinden sonra, kriterler önem ağırlıkları ile ağırlıklandırılır. Böylece ağırlıklandırılmış karar matrisi elde edilir. Sonraki aşamada pozitif ve negatif çözüm noktaları belirlenerek alternatiflerin pozitif ideal çözüm noktasına ve negatif ideal çözüm noktasına uzaklıkları hesaplanır. Bu aşamalar sırası ile aşağıdaki şekilde gösterilebilir;

1. Aşama: Karar matrisinin oluşturulması

Yöntem uygulanırken öncelikle karar matrisi oluşturulur. Karar matrisinin satırları alternatifleri, sütunları kriterleri gösterir. Karar matrisi karar verici kişi ya da grup tarafından oluşturulan başlangıç matrisidir. Karar matrisi aşağıdaki şekilde gösterilebilir:

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad (1.10)$$

A_{ij} matrisinde n kriter, m de alternatif sayısını göstermektedir.

2. Aşama: Normalize karar matrisinin oluşturulması

Karar matrisinden normalize edilmiş karar matrisinin elde edilmesinde çeşitli yöntemler kullanılabilir. Bu çalışmada vektör normalizasyonu yöntemi kullanılmıştır. Yöntemde normalize edilmiş karar matrisi başlangıç karar matrisi elemanlarının her biri bulunduğu sütunun değerlerinin kareleri toplamının kareköküne bölünerek normalize karar matrisi elde edilir.

Karar problemindeki kriterler aşağıdaki formül yardımı ile normalize edilmektedir:

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m a_{ij}^2}} \quad i=1,2, \dots, m \quad j=1,2, \dots, n \quad (1.11)$$

Normalize karar matrisinin elde edilmesi için yapılan hesaplamalar sonunda R_{ij} ile gösterilen normalize edilmiş karar matrisi aşağıda görüldüğü gibi ifade edilir:

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (1.12)$$

3. Aşama: Ağırlıklı normalize karar matrisinin elde edilmesi

Ağırlıklı normalize karar matrisinin elde edilmesi için karar vericinin karar probleminde kullanılan kriter ağırlıklarını (w_j) belirlemesi gereklidir. Daha sonra

normalize edilmiş karar matrisi elemanları karar verici tarafından belirlenen kriter ağırlıklarıyla çarpılarak ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi (V_{ij}) bulunur.

$$\sum_{i=1}^n W_j = 1$$

$$V_{ij}=W_j \cdot X_{ij}, \quad i= 1,2, \dots, m \quad J=1,2,\dots,n \quad (1.13)$$

Formülde W_j , j'inci kriterin ağırlığını ifade etmektedir.

Ağırlıklandırılmış karar matrisi V_{ij} matrisi aşağıdaki şekilde gösterilebilir:

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 x_{11} & w_2 x_{12} & \dots & w_n x_{1n} \\ w_1 x_{21} & w_2 x_{22} & \dots & w_n x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_1 x_{m1} & w_2 x_{m2} & \dots & w_n x_{mn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & \dots & v_{1n} \\ v_{21} & v_{22} & \dots & v_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ v_{m1} & v_{m2} & \dots & v_{mn} \end{bmatrix} \quad (1.14)$$

4. Aşama: İdeal ve negatif ideal çözümün bulunması

Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisin hesaplanmasından sonra karar probleminin yapısına bağlı olarak, amaç maksimizasyon ise her bir sütuna ait maksimum değerler belirlenir. Bu değerler, ideal çözüm ya da pozitif ideal çözüm değerleridir. Daha sonra her bir sütuna ait minimum değerler tespit edilir. Bu değerler ise negatif ideal çözüm değerleridir(Yıldırım ve Önder, 2014:137).

İdeal çözüm ve negatif ideal çözüm değerlerinin bulunmasındaki formülasyon aşağıdaki şekilde gösterilebilir;

Pozitif ideal çözüm değeri:

$$A^+ = \{ \max v_{ij} \mid j = 1, 2, \dots, p; i = 1, 2, \dots, m \} \quad (1.15)$$

$A^+ = \{v_1^+, v_2^+, \dots, v_n^+\}$, her bir sütuna ait en yüksek değerler,

Negatif ideal çözüm değeri:

$$A^- = \{ \min v_{ij} \mid j = 1, 2, \dots, p; i = 1, 2, \dots, m \} \quad (1.16)$$

$A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\}$, her bir sütuna ait en küçük değerlerdir.

5. Aşama: İdeal ve negatif ideal çözüm noktalarına olan uzaklıkların hesaplanması

Alternatiflerin pozitif ideal çözüm ve negatif ideal çözüm noktalarına olan uzaklıkları hesaplanırken öklidyen uzaklıktan yararlanılmaktadır. Koordinat düzleminde koordinatları bilinen iki noktanın uzaklığı aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^p (x_{ik} - y_{jk})^2} \quad (1.17)$$

x_{ik} : Gözlemin k. Değişken değeri

y_{jk} : Gözlemin k. Değişken değeri

P: Değişken sayısını göstermektedir.

Pozitif ve negatif ideal çözüm noktalarına uzaklıkların hesaplanmasında kullanılacak formül aşağıdaki şekildedir:

Pozitif İdeal uzaklık:

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad i=1,2,\dots,m \quad j=1,2,\dots,n \quad (1.18)$$

Negatif İdeal uzaklık:

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad i=1,2,\dots,m \quad j=1,2,\dots,n \quad (1.19)$$

Yöntemde kriter sayısı kadar S_i^+ ve S_i^- bulunacaktır.

6. Aşama: İdeal çözüme olan görelî yakınlıkların bulunması

Alternatiflerin ideal çözüme olan görelî yakınlıklarının hesaplanmasında ideal ve ideal olmayan çözüm noktalarına olan uzaklıklardan faydalanılır. İdeal çözüme görelî yakınlık C_i^* ile ifade edilmektedir. C_i^* , $0 \leq C_i^* \leq 1$ aralığında değer almaktadır. $C_i^* = 1$ karar noktasının ideal çözüme mutlak yakınlığını ifade ederken $C_i^* = 0$ olması karar noktasının negatif ideal çözüme eşit olduğunu ifade etmektedir (Yıldırım, Önder, 2014:138).

$$S_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+} \quad (1.20)$$

7. Aşama: Alternatiflerin göreceli sıralamasının yapılarak değerlendirilmesi

TOPSIS yönteminde çözüm için yukarıdaki aşamalar adım adım uygulandıktan sonra alternatifler, altıncı aşamada hesaplanan göreceli yakınlıklar büyükten küçüğe doğru sıralanarak değerlendirilir(TOPSIS yönteminin açıklanmasında Göktolga, Karakış ve Türkay, 2015'ten yararlanılmıştır).

1.4.1.3. ELECTRE yöntemi

ELECTRE(Elimination Et Choix Traduisant La Realite) yöntemi Beneyoun Roy ve arkadaşları tarafından 1966 yılında geliştirilen birçok kriterli karar verme yöntemidir. Yöntem, alternatiflerin seçiminde ve sıralanmasında etkili olan kriterlerin ikili karşılaştırması esasına dayanmaktadır(Soner ve Önüt, 2006:111). Etkili olan kriterlerin önem ve ağırlıklarının bu karşılaştırmalardan önce belirlenmesi gerekmektedir. ELECTRE yöntemi, üstünlük ilişkisinin yargıları arasından bu üstünlüğün kanıt sayısını ifade eden uyumluluk indeksi ve uyumluluk indeksinin karşı tarafı olan uyumsuzluk indeksini oluşturmaktadır(Ömürbek ve Mercan, 2014:245).Yöntemin uygulama aşamaları aşağıdaki şekilde sıralanabilir;

- Öncelikle karar matrisi oluşturulur. Oluşturulan karar matrisinin sütunları karar problemindeki kriterleri ifade ederken, satırlar alternatifleri göstermektedir.
- İkinci olarak normalize karar matrisi oluşturulur. Normalize karar matrisi oluşturulurken maliyet kriteri için ve fayda kriteri için ayrı formül kullanılmaktadır.

Maliyet kriteri aşağıdaki formül yardımı ile normalize edilmektedir:

$$X_{ij} = \frac{\frac{1}{a_{ij}}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m \left(\frac{1}{a_{ij}}\right)^2}} \quad i=1,2, \dots, m \quad j=1,2, \dots, n \quad (1.21)$$

Fayda kriteri aşağıdaki formül yardımıyla normalize edilmektedir:

$$X_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m a_{ij}^2}} \quad i=1,2, \dots, m \quad j=1,2, \dots, n \quad (1.22)$$

- Daha sonra ağırlıklı normalize karar matrisi oluşturulur. Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisinin hesaplanabilmesi için karar vericinin kriterlerin önem ağırlıklarını (w_j) belirlemesi gerekir. ($\sum_{i=1}^n W_j = 1$) Daha sonra normalize edilmiş karar matrisi elemanları ile kriterlerin önem ağırlıklarıyla çarpılarak ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi elde edilir.
- Ağırlıklandırılmış normalize matris elde edildikten sonra uyumsuzluk ve uyum setleri bulunur. İkili alternatif kıyaslamalarının yapılabilmesi için uyum ve uyumsuzluk setlerinin oluşturulması gerekir. Bunun için aşağıdaki formüllerden yararlanılır:

A_p ve $A_q(1,2,\dots,m$ ve $p \neq q)$ uyum setinde A_p alternatifi A_q' ya tercih edilir.

$$C(p,q) = \{j | V_{pj} \geq V_{qj}\} \quad (1.23)$$

A_p ve A_q' dan daha kötü bir alternatif ise uyumsuzluk seti oluşturulur.

$$C(p,q) = \{j | V_{pj} < V_{qj}\} \quad (1.24)$$

- Uyum ve uyumsuzluk indekslerinin bulunması;

Uyum ve uyumsuzluk matrislerinin oluşturulabilmesi için uyum ve uyumsuzluk indekslerinden yararlanılır. Uyum setlerinden hareketle uyum matrisi (C) oluşturulur.

$$C_{pq} = \sum_{j*} W_{j*} \quad (1.25)$$

Uyumsuzluk setlerinden yararlanılarak da uyumsuzluk matrisi (D) oluşturulur.

$$D_{pq} = \frac{\sum_{j^0} |V_{pj^0} - V_{qj^0}|}{\sum_j |V_{pj} - V_{qj}|} \quad (1.26)$$

Burada j^0 , D(p,q) uyumsuzluk setinde yer alan elemanlardır.

- Üstünlük karşılaştırmasının yapılması;

Uyum ve uyumsuzluk matrislerinin oluşturulmasından sonra üstünlük karşılaştırması yapılır. Uyum ve uyumsuzluk indekslerinin elemanları incelenerek uygun olmayan alternatifler elenmektedir. Yani A_p alternatifinin A_q' ya göre ne kadar üstün olduğunu C_{pq}' uyum indeksinde ve ne kadar küçük olduğu D_{pq} uyumsuzluk indeksi ile ifade edilir. Üstünlük karşılaştırması yapılabilmesi için C ve D değerlerinin ortalamaları $\bar{C}$ ve $\bar{D}$ değerleri hesaplanır. Eğer $C_{pq} \geq \bar{C}$ ve $D_{pq} \leq \bar{D}$ ise $A_p A_q$ dir. Yani A_p alternatifi A_q alternatifine tercih edilir.

ELECTRE yöntemi ile belirlenen alternatifler bir çekirdek (K) oluşturur. Oluşturulan bu çekirdek iki duruma göre belirlenir(Çağıl, 2011:74):

- K'nın içindeki bir karar noktası K'nın içindeki diğer bir karar noktasına göre daha baskın değildir.
- K'nın dışındaki bir karar noktası, tercih sıralamasında K'nın içindeki en az bir noktanın daha gerisindedir.

- Net uyum indeksi ve Net uyumsuzluk indeksinin hesaplanması;

Nihai sıralamanın yapılabilmesi için net uyum indeksi ve net uyumsuzluk indekslerinin bulunması gerekir. Net uyumsuzluk indeksi ise en küçük net uyum indeksi en büyük değere sahip alternatif çözüm kümesini oluşturur. Net uyum indeksleri C_p değerleri büyükten küçüğe ve net uyumsuzluk indeksleri D_p değerleri ise küçükten büyüğe sıralanır. Net uyum ve uyumsuzluk indeksleri aşağıdaki formüller ile hesaplanmaktadır.

$$C_p = \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq p}}^m C_{pk} - \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq p}}^m C_{kp} \quad (1.27)$$

$$D_p = \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq p}}^m D_{pk} - \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq p}}^m D_{kp} \quad (1.28)$$

Daha sonra en büyük C ve en küçük D değeri seçilerek son sıralama elde edilmektedir(Çağıl, 2011:74).

1.4.1.4. Veri Zarflama Analizi

Veri zarflama analizi, Charnes, Cooper, ve Rhodes tarafından 1978 yılında geliştirilen bir yöntemdir. Veri zarflama analizinde, çok sayıda girdi ve çıktı arasındaki ilişkiye dayalı olarak alternatiflerin göreceli etkinlikleri, matematiksel programlama ile incelenmektedir. Veri zarflama analizinde karar birimlerinin etkinliği kendi aralarındaki göreceli kıyaslama sonucuna göre ölçülür. Karar birimlerinin ulaşması gereken standart bir etkinlik ve verimlilik düzeyi bu kıyaslama sonucunda ortaya çıkmaktadır. Veri zarflama analizi aynı amaç ve hedeflerdeki işletmeler arasında kullanılan matematiksel bir programlama modelidir. Veri zarflama analizi yönteminin anlamlı olabilmesi aynı amaç ve hedeflerdeki karar birimlerinin benzer girdi ve çıktı kullanarak faaliyet göstermesi gereklidir. Aksi halde birbirinden farklı organizasyonların farklı karar birimlerinin birbirleriyle kıyaslanması anlamlı olmayacaktır.

Veri Zarflama Analizi'nde(VZA) karar verme biriminin diğer bir ifade ile alternatifin etkinlik skoru, çıktıların ağırlıklı toplamının girdilerin ağırlıklı toplamına bölünmesiyle bulunmaktadır. Her karar biriminin girdi ve çıktı ağırlıklarını seçebileceği ve aynı ağırlık değerleri altında diğer karar birimlerinin etkinlik skorlarının bire eşit ya da daha küçük çıkacağı varsayılmaktadır. VZA'da modelin çözümü ile amaç fonksiyon değeri '1' e eşit olan karar birimleri etkin olarak değerlendirilirken, etkinlik skoru birden küçük olan karar birimleri ise etkinsiz olarak nitelendirilir(Kaynar ve Bircan 2004:362).

Veri zarflama analizi yönteminin temelinde verimlilik ve etkinlik kavramları yer alır.

Etkinlik Kavramı

“Etkinlik, hedeflere ulaşma derecesini ve istenilen etki ile gerçekleşen etki arasındaki ilişkiyi belirler”(Yeşilyurt, 2003:20). Veri zarflama analizinde göreceli etkinlik, inceleme kapsamındaki karar birimlerinin birbirleriyle ilişkili etkinlikleridir. Eldeki karar birimleri arasında birbirlerine göre en iyi olanları seçilir ve bu karar birimleri kullanılarak etkinlik düzeyi oluşturulur. Veri zarflama analizi ilk olarak

karar birimleri arasında en az girdi ile en çok çıktıyı sağlayan en iyi birimleri belirler. Yöntem daha sonra söz konusu karar birimlerini etkin sınır olarak belir ve etkinlikten uzak olan karar birimlerinin bu etkin sınıra uzaklıklarını hesaplar.

Veri zarflama analizi, girdi ve çıktı yönelik olarak yapılabilmektedir. Girdiye yönelik yapılan analiz, belirli bir çıktı bileşimini en etkin şekilde üretebilmek için kullanılacak en uygun girdi bileşiminin nasıl olması gerektiğini araştırırken; çıktıya yönelik analiz belirli bir girdi bileşimi ile en fazla ne kadar çıktı elde edilebileceğini araştırır (Atan ve diğ. 2002:2).

Verimlilik Kavramı

Verimlilik, çıktıların, çıktıları üretmek amacıyla kullanılan girdilere olan oranıdır. Verimlilik aşağıdaki şekilde formüle edilebilir.;

$$\text{Verimlilik} = \text{Çıktı} / \text{Girdi}$$

Buna göre verimlilik; belli bir dönemde oluşan çıktının bu çıktının elde edilebilmesi amacı ile kullanılan girdiye bölünmesi sonucunda bulunan değerdir. Verimlilik bir oranı yansıtmaktadır. Çok girdi ve çok çıktı bulunan süreçlerin ölçülmesinde toplam faktör verimliliği kavramından yararlanılmaktadır.

$$\text{Toplam Faktör Verimliliği} = \frac{u_1 y_1 + u_2 y_2 + \dots + u_s y_s}{v_1 x_1 + v_2 x_2 + \dots + v_m x_m} \quad (1.29)$$

Formülde görüleceği gibi çok sayıda girdi ve çok sayıda çıktının olduğu durumda her bir girdi ve çıktının ağırlıkları ile çarpılarak, ağırlıklandırılmış çıktının ağırlıklandırılmış girdiye bölünmesi sonucunda toplam verimliliği hesaplamak mümkün olmaktadır.

1.4.1.5. PROMETHEE yöntemi

PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations) yöntemi 1982'de Brans tarafından geliştirilmiş çok kriterli karar verme yöntemidir. PROMETHEE yöntemi sıralama yapmak için en çok kullanılan

yöntemlerdendir(Perçin ve Ayan, 2010:561). Yöntem alternatifleri, belirlenmiş tercih fonksiyonuna göre ikili karşılaştırma yaparak sıralar(Yıldırım ve Önder, 2014:178).

PROMETHEE yöntemini uygulayabilmek için iki farklı bilgiye ihtiyaç vardır. Bunlar;

- Karar problemine ilişkin olarak daha önceden belirlenen kriterler ve bu kriterlere ait önem ağırlıkları,
- Karar vericinin alternatifleri karşılaştırırken kullandığı tercih fonksiyonlarıdır(Urfalıoğlu, Genç 2013:339).

PROMETHEE yönteminde genel olarak Olağan tip, U tipi, V tipi, Seviyeli, Doğrusal ve Gaussian olmak üzere altı tercih fonksiyonu kullanılmaktadır. Bu tercih fonksiyonları her bir kriter için ayrı ayrı tanımlanmaktadır. Her bir kriter için belirlenen ağırlıklar toplamı a olup, bir kritere verilen ağırlık ne kadar büyükse karar verici için o kriterin önemi o kadar büyük olmaktadır. $W=\{w_1, w_2, \dots, w_n\}$, k adet kriteri göstermek üzere,

$$\sum_{j=1}^k w_j = 1, \quad \text{şeklinde ifade edilir.}$$

1.4.1.6. MAUT

MAUT (Multi-Attribute Utility Theory) Çok Nitelikli Fayda Teorisi risk ve belirsizlik durumlarında karar problemlerini hiyerarşik bir yapı içinde tanımlayarak nicel ve nitel faktörlerin subjektif değerlendirmesini sağlamaktadır(Timor, 2011:24).

MAUT, her karar vericinin faydasını optimize eden ve karar vericinin tercihlerine göre karar probleminin tanımlanmasından sonra oluşturulan bir fayda fonksiyonuna dayanmaktadır. Karar verici tercihlerine göre bu fayda fonksiyonunu oluşturmaktadır. Fayda fonksiyonu alternatiflerin toplam faydalarını ifade ederek değerlendirilmesine imkân sağlar(İshizaka ve Nemery, 2013:81).

MAUT uygulamaları aşağıdaki aşamaları kapsamaktadır;(Timor, 2011:24-25)

- Karara ait amaç, hedef ve problem tanımlanır.
- Karara etki eden nitelikler tanımlanır ve hiyerarşik bir yapı içinde gösterilir.
- Karar vericilerden nitelikler ile ilgili tercih bilgileri alınarak niteliklerin göreceli önem ağırlıkları belirlenir.
- Fayda puanları ve nitelikler arasında ilişki kurarak karar vericinin fayda fonksiyonu oluşturulur. Bu ilişkilerdeki belirsizlik durumunda her bir özelliğe ait beklenen fayda puanı uygun türde olasılık dağılımları kullanılarak belirlenir.
- Son olarak her bir alternatif için toplam fayda puanı hesaplanarak, en yüksek fayda puanına sahip olan alternatifler için tercihler oluşturulur.(İshizaka ve Nemery, 2013:82).

$$\forall a_i \in A: U(a_i)=U(a_i),\dots\dots,f_q(a_i))=\sum_{j=1}^q U_j(f_j(a_i)).w_j$$

Her bir alternatifin değerini gösteren $f_j(a_i)$ ' ler U_j her bir alternatifi gösterirken ile gösterilen fayda değerleri ile ifade edilmekte, w_j ise karar vericinin kriterler arasındaki tercihlerini ve her bir alternatifin ağırlığını ifade etmektedir.

1.4.1.7. UTADIS

UTADIS (Utilities Additives Discriminantes), 1980'de Devaud tarafından ortaya konan ve Jacquet – Lagreze ve Siskos tarafından geliştirilen bir çok nitelikli karar verme yöntemidir. Yöntem, çok kriterli karar analizi araştırmacılarının dikkatini 1990'larda çekmeye başlamıştır(Ulucan ve Atıcı, 2009:143).

UTADIS yöntemi sınıflandırma problemlerinin çözümü için geliştirilen karar yöntemlerindendir. Yöntem; yatırım projelerinin seçimi, portföy analizi, risk tahmini gibi finansal karar problemlerinde kullanılmıştır. UTADIS yöntemi MAUT(Multi-Attribute Utility Theory) yöntemine alternatif olarak geliştirilen bir yöntemdir. Doğrusal programlama tekniklerini kullanan UTADIS yöntemi, karar verici için belirleyici olan kısıtlara bağlı olarak bir fayda fonksiyonu oluşturarak mümkün olan

alternatifler arasından amaca en uygun olanının seçilmesini sağlar(Yıldırım ve Önder, 2014:279).

Zaman içinde çeşitli şekillerde geliştirilen UTADIS yöntemi alternatifler arasından fayda fonksiyonunu maksimum yapan alternatifin belirlenmesine çalışır. Yöntemde toplamsal, ağırlıklı toplamsal, çarpımsal, logaritmik toplamsal gibi çeşitli şekillerde belirlenen fayda fonksiyonları kullanılmaktadır(Yıldırım ve Önder, 2014:280).

1.4.1.8. MACBETH

MACBETH (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique) 1990'lı yıllarda C.A. Bana e Costa, J.C. Vansnick ve J.M. De Corte tarafından ortaya konan bir ÇKKV yöntemidir. Yöntem karar vericilerin kalitatif yargılarından hareketle kantitatif karar verme tekniği oluşturmak amacıyla geliştirilmiştir. MACBETH, karar vericilerin tercihlerini sayıların dışında dilsel değişkenler ile belirtmelerine imkân vermektedir. Yöntemle karar problemlerinin çözümü için 1997 yılında J.M. De Corte tarafından M-Macbeth adlı yazılım geliştirilmiştir(Yıldırım ve Önder, 2014:259).

MACBETH yöntemi AHP yöntemi ile büyük benzerlikler gösteren bir yöntemdir. Yöntem AHP'de olduğu gibi kriterlerin ve alternatiflerin ikili karşılaştırmalarına dayanmaktadır. AHP yöntemi kriter ve alternatiflerin ikili karşılaştırmaları için oran ölçeği kullanırken; MACBETH yöntemi aralık ölçeği kullanmaktadır(İshizaka ve Nemery, 2013:82).

Yöntemin çözüm aşamaları aşağıdaki şekilde sıralanabilir;

- Problemin tanımlanması ve problemde tercihlere etki eden kriterlerin belirlenmesi,
- Kriterler arasında anlamsal yargılar içeren bir ölçekle kriterlerin ve alternatiflerin ikili karşılaştırmalarının yapılarak ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması,
- Karşılaştırma matrislerinin tutarlılığının kontrol edilmesi,

- Son olarak doğrusal programlama yardımı ile kriterlerin ağırlıkları belirlenip, alternatiflerin puanları hesaplanarak karar tercihleri oluşturulur.

MACBETH yöntemi de AHP’de olduğu gibi karar problemine etki eden tüm kriterlerin modele dahil edilmesi ile daha doğru karar vermeye imkân sağlamaktadır. Bununla birlikte çok sayıda kriterin modele dahil edilmesi yargıların tutarlılığını ve karar sürecini etkilemektedir.

1.4.1.9. Analitik Ağ Süreci

Analitik Ağ Süreci(ANP) Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen bir ÇKKV yöntemidir. ANP, AHP’nin daha genelleştirilmiş bir şeklidir. ANP’nin ortaya çıkış nedeni AHP’deki karar probleminin hiyerarşik yapılandırma gerekliliğini ortadan kaldırmaktır. ANP’ de AHP’nin aksine yukarıdan aşağıya hiyerarşik bir yapılanma yerine ağ yapısı vardır. ANP’de karar problemine etki eden kriterlerin hiyerarşik bir etkileşim içinde bulunma yerine her bir ana kriter grubunun içinde yer alan kriterler ve alternatiflerin birbiriyle etkileşim içinde olduğu ve ayrıca her bir ana kriter grubu içinde etkileşim olduğu düşüncesi vardır. Böylece kriterler arasında etkileşim olduğu düşünülen karar problemlerinin çözümünde ANP etkin bir karar verme yöntemi olarak görülmektedir(Yıldırım ve Önder, 2014:76; Ömürbek ve Tunca, 2013:49).

ANP’nin avantajı sadece nicel ve nitel veriler ile çözümleme yapılmasını sağlamak değil aynı zamanda kriterler arasında karşılıklı bağımlılık ve geri bildirim olan problemlerin çözümünde kullanılabilmesidir(Tzeng ve Huang, 2011:35). AHP gibi geniş bir uygulama alanı olan ANP’nin uygulanmasında AHP’nin çözüm adımları da izlenebilmektedir. Yöntemde uygulama adımları şunlardır:

- Karar probleminin tanımlanması
- Bağımlılıkların tespit edilmesi
- İkili karşılaştırmaların yapılması
- Süper matrisin oluşturulması
- Limit Süper Matrisinin elde edilerek en iyi alternatifin seçilmesi

ANP, ağ yapısına sahip ve etkileşim içinde bulunan kriter ve alternatiflerin bulunduğu karar problemlerinin çözümünde avantaj sağlarken, problemdeki içsel ve dışsal bağımlılıkların tespit edilmesi ve ağ yapısının oluşturulmasındaki zorluklar nedeniyle uygulamasının zor ve zaman alan bir yöntem olduğu belirtilmektedir. Kriterlerin ve kriterlerin oluşturduğu kümeler arasındaki bağımlılıkların artmasının modeli zorlaştıracığı görülmektedir(Yıldırım ve Önder, 2014:87).

1.4.1.10. VIKOR

VIKOR(Vise Kriterijumska Optimizizacija I Kompromisno Resenje) yöntemi 1998 yılında Opricovic tarafından geliştirilen çok kriterli karar verme yöntemidir. Yöntem, birbiri ile çelişen kriterlerin olduğu durumlarda alternatifler arasında seçim ve sıralama problemlerinin çözümünde kullanılan bir karar verme yöntemidir.VIKOR uzlaşık çözüm düşüncesine dayanan diğer bir ifade ile ideale en yakın çözüm üzerinde uzlaşma sağlanmasına dayalıdır(Yıldırım ve Önder, 2014:117).

Diğer çok kriterli karar verme yöntemlerinde olduğu gibi VIKOR yönteminde de öncelikle karar verme süreci karar probleminin tanımlanması ve karara etki eden kriterlerin belirlenmesi gereklidir. Alternatifler, karar vericinin kriterlerin ağırlıklarına göre değerlendirmesi sonucu oluşan puan değerlerine göre sıralanmaktadır. Karar kriterlerinin maliyet ya da fayda kriteri olup olmadığı dikkate alınmaktadır. Eğer fayda kriteri söz konusu ise en yüksek değer amaca uygun alternatifin belirlenmesini sağlar iken maliyet kriteri söz konusu olduğunda en düşük değer alan alternatif amaca uygun alternatifi belirlemektedir.

İKİNCİ BÖLÜM

BULANIK MANTIK, BULANIK KÜME TEORİSİ

VE BULANIK SAYILAR

Mantık biliminin kurucusu Aristoteles'tir. Mantık doğru düşünmenin bilimi, akıl yürütme yöntemlerine uygun biçimde düşünme tarzı olarak ifade edilebilir(Akıncı ve Ünder, 2013:3-4). Mantık, akıl ilkelerini ve düşünme yöntemlerini ele almaktadır. Aristo'nun kurduğu mantık ilkelerinin çok değişmeden yirminci yüzyıla kadar kullanıldığı görülmektedir. Aristo'nun kurduğu mantık ilkeleri şu şekilde sıralanabilir;

- Özdeşlik İlkesi
- Çelişmezlik İlkesi
- Üçüncü Halin İmkansızlığı İlkesi
- Yeterli Neden İlkesi

Çelişmezlik ilkesine göre bir şey ya A ya da A değildir. Bir şey aynı zamanda hem kendisi hem de başka bir şey olamaz. Akıl bu şekilde çelişkili önermelerden birisini kabul ederse diğerini reddeder. Çelişmezlik ilkesine göre bir konuya hem olumlu hem de olumsuz anlamlar yüklenemez ve üçüncü halin imkânsızlığı ilkesine göre de bir önerme ya doğru ya da yanlıştır. İki durum aynı anda gerçekleşemez. Bu mantık ikili veya klasik mantık olarak ifade edilmektedir. Bu düşünüşe göre bir üçüncü durum yoktur.(Akıncı ve Ünder, 2013:3-4). Kesin kuralları olan bu düşünüş tarzı yine kesin ve belirgin olay ve olguların analiz edilmesinde mekanik bir modelleme ile günümüze kadar yaygın olarak kullanılmıştır. Bu mantık ayrıntıları ile algılanamayan olayların idealleştirilmesi sonucunda, bunların insan aklının algılayabileceği düzenlerde hayal edilerek gerekli kabullerle çözümlemelerinin yapılması yolunu açmıştır(Şen, 2009:11) Bu ikili mantığın katı kuralları içinde pek çok alanda modelleme geliştirilmiş fakat idealize edilemeyen durumlar için diğer bir

ifade ile üçüncü halin imkân dahilinde olduğu durumlarda çözüm modelleri yetersiz kalmıştır.

Günlük hayatta olaylarla ilgili karar verilirken ve değerlendirmeler yapılırken değişkenlere ilişkin olarak çok, epeyce, biraz, az, çok az, gibi değerlendirmeler yapılmaktadır. Günlük hayatta olaylar hakkında her zaman tam ve kesin bilgilere sahip olunamamaktadır. İnsanlar matematiksel kesinlikle ifade edilebilecek olaylar yaşarken aynı zamanda pek çok olayla ilgili bir belirsizlik, bilinmezlik içinde yaşarlar ve bu gibi ortamlarda karar verirler. Bu ortam beraberinde karmaşıklık doğurur. Belirsiz ve karmaşık ortamlarda ise kararların verilmesinde yaklaşık doğruluk gibi çıkış yolları bulunmaya çalışıldığı görülür.

2.1. Bulanık Mantık Kavramı

Bulanık mantık, Zadeh olarak da bilinen Azerbaycanlı bilim adamı Lütfü Askerzade tarafından 1965 yılında “Bilgi ve Kontrol”(Information and Control) adlı dergide yazdığı “Bulanık Kümeler”(Fuzzy Sets) çalışması ile Amerika’da geliştirilmiştir. Zadeh bu çalışmasında bulanık kümeleri dereceli ve sürekli bir üyeliğe sahip nesnelerden oluşan kümeler olarak tanımlamıştır. Böyle bir kümenin elemanları, ikili mantığın aksine bir üyelik fonksiyonunun atadığı ve 0 ile 1 arasında değişen üyelik değerine sahiptir(Zadeh, 1965: 338).

Teknik ve sosyal alanlarda pek çok olay ve olgunun açıklanmasında bilinmeyen noktalar diğer bir ifade ile belirsizlikler bulunmaktadır. Bu belirsizlikler ve kesin olmayan bilgi kaynakları nedeniyle birçok olayda, insan beyni bilgisayarlardan farklı olarak yaklaşık düşünme yeteneğine sahiptir(Şen, 2001:9). Belirsizlik ve bulanıklık mekanik bir bakışla olayların tam olarak açıklanamamasına, kavranamamasına neden olmaktadır. İnsan beyni olaylara tam ve kesin bir şekilde hakim olamasa da örtülü bilgilerin olduğu ve bilgilerin sayısallaştırılamadığı belirsizlik ortamında tam ve kesin olmayan veriler ile çalışmakta ve verileri eksikleri ile birlikte muhakeme edebilmektedir. Karmaşıklık ve belirsizlik ortamında yapılan muhakemeler kesin çözümlemeler olmayıp yaklaşık çözümlemeler niteliğindedir. “Genel olarak değişik biçimlerde ortaya çıkan, karmaşıklık ve belirsizlik gibi tam

olmayan bilgi kaynaklarına bulanık(fuzzy) kaynaklar adı verilir”(Şen, 2009:14).Bilgi kaynaklarının kesin bilgiler yanında sözel bilgileri de içerdiği görülmektedir. Bulanıklık bazen bir verinin kendisi ile ilgili olabileceği gibi bazen de veri eksikliği nedeni ile bir sistemin tamamı ile ilgili olabilmektedir.

Bulanık mantık klasik mantığa göre özellikle belirsizlik durumlarında insanın zihinsel çalışma süreçlerini daha doğru yansıtmaktadır. Tanıma, bilgi iletişimi, soyutlama gibi belirsiz nitelikli sınıflamaların insan düşüncesinde önemli bir rol oynadığı, bununla birlikte bu sınıflamaların matematiksel ifadelerle yapılamayacağı ifade edilmiştir(Zadeh, 1965: 338).

Bulanıklık tam ve kesin olmayan bilgileri ifade etmektedir. Bulanıklık daha çok sözel, diğer bir ifade ile dilsel bilgiler için söz konusudur. İnsanlar günlük hayatlarındaki veya mesleki çalışmalarındaki çeşitli problemlerinin çözümünde sözel ifadeler kullanır, olayları dilsel olarak ifade eder ve hayatlarını sürdürürler. Dil insanlar arasındaki bir iletişim aracı olmakla birlikte bilgi aktarım aracı olarak bir bulanıklık içermektedir. Bu bulanıklığın günlük ve mesleki hayatta anlaşılabilir, problemlerin çözümünde kullanılması “bulanık mantık” kavramı ile ilgilidir.

Bulanık mantık, bir durum veya olayla ilgili yeterli bilgi ve veri olmaması nedeniyle kişisel değerlendirmelere ihtiyaç duyulması halinde ve karmaşık bir durum veya olay ile ilgili insan sezgi ve yeteneklerine ihtiyaç duyulması durumunda kullanılır.

Bulanık mantık aslında insanlığın uzun bir süre, düşünme sisteminin ve zihinsel çalışma yöntemlerinin değiştirilmesidir. Gerçek dünyadaki çözümlemelerin pek çoğunun ikili mantıkla yapılamayacağı görülmektedir. Bulanık mantık sonraları teknolojiye çok başarılı uygulama alanları bulmakla kalmamış, mantığın ve fiziksel dünyanın yeni bir açıdan görülmesini ve dolayısıyla yeni felsefi yorumları da kapsar hale gelmiştir. Sonuçta, puslu mantık ile hem teorik hem de özellikle uygulama alanında köklü değişiklikler ortaya çıkmıştır(Ural, 2014:43). Bulanık mantık felsefecilere göre aslında klasik mantığı da içine alan daha geniş bir düşünme şekli

olarak ifade edilmektedir. Puslu mantık asırlardır süren bir yanılgının sona erdirilmesidir. Gösterimde 1 ve 0 değerini alan klasik mantığın puslu mantığın bir özel halini ifade ettiği açıkça görülmektedir. Puslu mantık 1 ve 0 değerleri arasındaki bölgeyi doğruluk değeri olarak kabul etmekle, klasik mantığı da kapsayan klasik mantıktan çok daha zengin ve farklı bir anlatıma kavuşmuş olmaktadır(Ural, 2014:45).

Klasik mantık belirsizlik durumları ile ilgilenmemektedir. Doğru ve yanlış dışında bir değerlendirme ya da durumla ilgilenmemektedir. Klasik mantık olayları iki doğruluk değerine ayırırken; bulanık mantık bu keskin ayırım dışında doğruluk değerlerini sunarak daha gerçekçi bir bakış açısı geliştirmektedir. Böylece insanın düşüncesine daha uygun olan ve dilimizde bulunan ‘çok az’, ‘biraz’, ‘az’, ‘çok’ gibi gerçek dünyaya ilişkin derecelendirilmiş doğruluk değerlerine imkân sağlar. Bulanık mantık insan beyninin çalışma sistemine olan uyumluluğunun yapay sinir ağları ve genetik algoritmalarla desteklenmesi sonucu nöral-bulanık sistemler veya genetik bulanık sistemler ortaya çıkmıştır. Böylece akıllı sistemler de hızlı bir gelişme kaydetmeye başlamıştır(Altaş, 1999: 2). Bulanık mantık, mekanik sistemlere aktarılacak sanki bir insan denetimi gibi işlemesi ve kararlar vermesi sağlanmıştır. Bulanık mantık alanındaki gelişmeler ile insan düşüncesi makinelere taklit ettirilerek yapay zeka uygulamaları geliştirilmiştir.

Bulanık mantık, belirsizliklerin ifade edilmesi ve belirsizliklerle çalışabilmek amacıyla oluşturulmuş bir matematiksel modelleme olarak ifade edilebilir. Gerek istatistikte, ihtimal teorisinde ve gerekse klasik kümeler teorisinde, belirsizliklerle değil kesinliklerle çalışılır(Gündoğdu, 2003: 256). Belirsizliklerin modellenmesi için bulanık mantık kullanılmaktadır. “Bulanık mantık için matematiğin gerçek dünyaya uygulanması denilebilir. Bulanık mantık makinelere insanların özel verilerini işleyebilme ve onların deneyimlerinden ve önsezilerinden yararlanarak çalışabilme yeteneği verir. Bu yeteneği kazandırırken sayısal ifadeler yerine sembolik ifadeler kullanır. İşte bu sembolik ifadelerin makinelere aktarılması matematiksel bir temele dayanır”(Elmas, 2003:185). Bulanık mantık, bu modellemelerin yapılabilmesi için matematiksel tabanı ve en temel kavramı olan bulanık küme teorisini kullanmaktadır.

Bulanık mantık, sayılarla ifade edilmesine çalışılan belirsizlikleri içerir. Bu durumlar daha çok sözel olduğundan insan zihninin çalışmasına daha yakındır. Örneğin hava sıcaklığının ifade edilmesinde olduğu gibi sıcaklık çeşitli şekillerde nitelenerek bir bulanıklık ortaya konmaktadır. Bu belirsizliğin sayılarla ifade edilmesi bulanık mantığın yararlı ve çözümleyici olması özelliğini doğurmaktadır. Bulanık mantığın önemli diğer bir özelliği de bulanık mantıkla işlenen verilerin ve bilgilerin belirsiz, eksik, yanlış ve hatta çelişkili olduğu durumlarla yetinmesidir(Elmas, 2003:189)

2.1.1. Bulanık mantık ve olasılık teorisi

Belirsizlik, kesinlik içermeyen olay ve durumları ifade etmek için kullanılan bir kavramdır. Bulanıklık ise özellikle sözel belirsizliği ifade etmek için kullanılan bir kavramdır. Belirsiz olay ve durumları inceleyerek sonuçlar çıkarmak için olasılık teorisi kullanılmıştır. Olasılık teorisi belirsizliklerin ortaya çıkmasında rastgele bir durum olduğu varsayımı ile belirsizliklerden yola çıkarak anlamlı sonuçlar çıkarmaya çalışmaktadır. Ortaya çıkan belirsizliklerin rastgele karakterli belirsizlikler olmaması ve özellikle günlük hayatta karşılaşılan belirsizliklerin şans eseri olamaması yani rastgele karakterli olmaması nedeni ile olasılık teorisinin bu belirsizliklerin incelenmesi ve sonuç çıkarılmasında kullanılması yetersiz kalmaktadır(Şen, 2009:17).

Olasılık, bir olayın ortaya çıkışındaki belirsizliği ifade etmekte kullanılmaktadır. Bulanıklık kavramı ise bir olayın olup olmadığını değil hangi derecede olduğunu belirlemektedir.

Bulanık mantık uygulamaları belirsizliğin ifade edilmesinde ihtiyaç duyulan bir yöntem olarak giderek yaygınlaşmaktadır. Bulanık mantık sayılardan çok kelimelerle hesap yapılmasını öneren bir yöntemdir(Zadeh, 1995:273; Zadeh, 1996:111).

Olasılık teorisinin sınırlılıklarını Zadeh “Discussion: Probability Theory And Fuzzy Logic Are Complementary Rather Than Compititive” (1995) şu şekilde sıralamaktadır;

- Olasılık teorisi bulanık olayları ve kavramları desteklememektedir.
- Olasılık teorisi çok, en çok, az gibi dilsel ifadeleri çözümleyebilen bir teknik değildir.
- Olasılık teorisi uygun, uygun değil, çok uygun değil gibi bulanık olasılık ifadeler ile hesaplama yapmayı sağlayamamaktadır.
- Olasılık teorisi bulanık olasılık tahminleri yapmaya imkân sağlayan bir yöntem değildir.
- Olasılık teorisi anlamı temsil eden bir dil olarak yeterince etkili değildir. Örneğin, “Yakın gelecekte petrol fiyatında keskin bir artış olacağı olası değildir” gibi sözel anlam ve ifadeyi yeterli bir şekilde ifade edememektedir.
- Olasılık teorisi bulanık veriler ile tanımlanmış problemlerin analiz edilmesinde sınırlı bir güce sahiptir.

Bulanık mantık, bulanık kümeler ile ifade edilirken olasılıkta olduğu gibi 0 ile 1 arasında değerler almaktadır. Bu bir benzerlik olup, bu değerlerin ifade etikleri anlamları farklıdır. Olasılık değeri rastsal bir olayın ortaya çıkma ihtimalini ifade ederken, bulanık küme değeri ortaya çıkmış bir olayın olma derecesini 0 ile 1 arasında göstermektedir.

2.1.2. Bulanık mantık uygulamalarının gelişimi

Bulanık mantık Zadeh tarafından 1965 yılında Amerika’da ortaya atılmasından sonra ilk uygulamalarının genellikle Uzak Doğu’da ortaya çıktığı görülmektedir. Bulanık mantığın ilk uygulaması Mamdani tarafından 1974 yılında bir buhar makinesinin bulanık denetiminin gerçekleştirilmesi ile olmuştur(Elmas, 2003: 187). Ticari olarak ise ilk defa 1980 yılında Danimarka’da bir çimento fabrikasının fırınının denetiminde bulanık mantık denetimi uygulanmıştır(Işıklı, 2008:9). “Üç yıl sonra Fuji elektrik şirketi su arıtma alanları için kimyasal püskürtme

aleti üzerinde çalışmalar yapmıştır. 1987 yılında Hitachi takımının tasarladığı Japon Sendai metrosu denetleyicisi çalışmaya başlamıştır. Bu bulanık mantık denetlemesi ile daha rahat seyahat, düzgün bir yavaşlama ve hızlanma sağlanmıştır. 1989 yılında Omron şirketi Japonya’da bulanık mantık ile ilgili çalışmalar yapmıştır”(Elmas, 2003: 187).

Gerçek hayatta bulanık mantık, doğrusal olmayan çalışma sistemlerinin çözümlenmesinde ve denetlenmesinde sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır. Bulanık mantık önceleri doğu kültürlerinde ilgi çekmiş ve daha sonra batı kültürlerinde de yaygınlık kazanmıştır. Bulanık mantığın Uzak Doğu ülkelerinde ve öncelikle mühendislik alanında uygulanıp kullanılmaya başlandığı görülmektedir. Daha sonra Avrupa ve Amerika’da mühendislik alanlarında ve sosyal bilimler alanında kullanılmaya başlandığı görülür. Günümüzde ise işletme ve finans alanlarında pek çok problemin çözümünde bulanık mantıktan yararlanıldığı görülmektedir. Giderek önem kazanan bulanık mantığın endüstriyel uygulamalarından bazıları aşağıdaki tabloda görülmektedir.

Tablo 2.1. Bulanık Mantığın Teknolojideki Uygulama Alanları

Uygulama	Firma
Asansör denetimi	Fujitec
Çamaşır Makinesi	AEG,Sharp, Goldstar, Matsushita
Pirinç Fırını	Goldstar
ABS Fren sistemi, Otomatik şanzuman	Nissan, Mitsubishi
Sendai Metro Sistemi	Hitachi
Televizyon	Sony
Klima Denetimi	Ford
Kredi Kartı	GE Corporation
Batarya Şarj Cihazı	Bosh
Video Kayıt Cihazı	Panasonic
Çimento sanayi	Mitsubishi
Elektrikli Süpürge	Philips, Siemens,Matsushita

Endüstride bulanık mantık, asansörlerin çalışma ve denetim sistemleri, yolcu ağırlığının tespiti ve buna göre çalışması; çamaşır makinelerinin çamaşırın ağırlığı, kumaşın cinsi ve diğer özelliklerini sezerek çalışma programını seçmesi ve çalışması; klimaların ortam şartlarını değerlendirerek ısıyı ayarlayarak çalışması; ABS fren sistemlerinde tekerleklerin kilitlenmeden fren yapmasını sağlaması; otomatik arabaların şanzıman sisteminde kullanılarak hıza bağlı olarak yeni vites değişimini sağlaması; elektrik süpürgelerinin kirlilik seviyesini sezerek motor gücünü ayarlaması gibi çeşitli amaçlarla çok yaygın olarak kullanılmaktadır.

Bulanık mantığın endüstrideki bu kullanımlarının yanı sıra finans alanında uygulamaları 2000’li yıllarda başlamıştır(Birgili, Sekmen, Esen 2013:123). Günümüzde personel seçim kararları, tedarikçi seçimi, fabrika, hastane gibi kurum ve kuruluşlar için uygun yer seçimi bulanık mantığın sosyal bilimlerde kullanılan diğer bazı uygulama alanlarıdır.

2.2. Bulanık Küme Teorisi

Ortak bir özelliğe göre bir araya gelen nesneler topluluğuna küme, set adı verilmektedir. Kümeyi oluşturan nesnelere de kümenin elemanı denir. Kümeler ile işlem yapılabilmesi için gerekli kavram ve kuralların incelenmesi ile kümeler teorisi ilgilenmektedir. Mantık konuları açıklanırken küme teorisinden oldukça yararlanılmaktadır. Kümeler Liste, Venn Şeması ve Ortak Özellik metodu ile gösterilmektedir. Klasik Küme teorisi Aristo mantığını açıklamak ve anlatmakta özellikle Venn şeması gösterimi ile etkili bir anlatım sunmaktadır. Bulanık sayılar ve bulanık küme teorisi ile bulanık küme işlemleri yapmak kolaylaşmaktadır. Bulanık küme teorisi L. Zadeh tarafından gerçek hayattan esinlenilerek oluşturulmuştur. Klasik mantık bir şeyin ya var ya da yok olması üzerine kurulu iken bulanık mantık ve bulanık kümeler ikili mantığın dışına çıkarak ikiden daha çok değerlendirme dolayısıyla kesintisiz ve dereceli üyelik değerleri sunmaktadır. Bulanık kümeler bulanık mantığın modellenmesinde çok önemli bir araç ve matematiksel anlatım olarak ortaya çıkmaktadır. Bulanık küme teorisi subjektif yargılar aracılığı ile belirsizliği ölçmeye yardımcı olur(Vatansever, 2013:159).

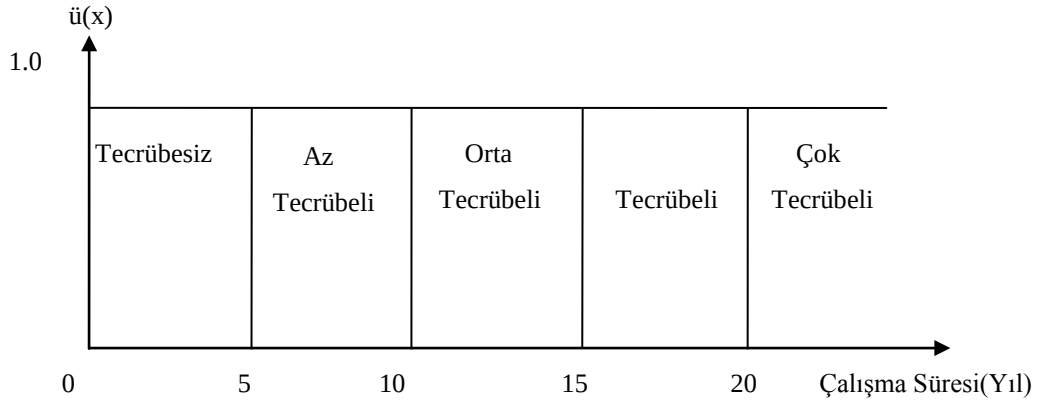
2.2.1. Klasik kümeler

Klasik küme teorisine göre bir eleman tanımlanan kümeye aittir ya da değildir. Klasik kümelerde bir elemanın kümeye üyeliği 1, üye olmama durumu ise 0 ile gösterilmektedir. Bir elemanın üyelik fonksiyonu $\mu(x)$ ile gösterilmekte ve elemanın bir A kümesine üyeliği aşağıdaki gibi ifade edilmektedir;

$$\mu(x): E \rightarrow [0, 1],$$

$$\mu(x) = \begin{cases} 1 & \text{eğer,} & x \in A \\ 0 & \text{eğer,} & x \notin A \end{cases} \quad (2.1)$$

Klasik bir kümenin üyelik fonksiyonunu şekil 2.1. de gösterilmektedir.



Şekil 2.1. Klasik Küme Gösterimi

Buna göre Şekil 2.1.'de görüldüğü gibi klasik küme teorisi gereği tecrübesiz, az tecrübeli, orta tecrübeli, tecrübeli ve çok tecrübeli değerleri kesin sınırlarla birbirinden ayrılmıştır.

$$\text{Örneğin } A = \{x \in E \mid 0 \leq x \leq 50\}$$

Tecrübe dilsel değişkenini ile ifade edilen çok tecrübesiz, tecrübesiz, az tecrübeli, tecrübeli ve çok tecrübeli kümelerinin elemanlarını ve küme üyelik değerlerini aşağıdaki gibi gösterebiliriz;

$$\mu_{Tecrübesiz}(x) = \begin{cases} 1, & x = 0,1,2,3,4,5 \\ 0, & x \geq 6 \end{cases} \quad \mu_{Az Tecrübeli}(x) = \begin{cases} 1, & x = 6,7,8,9,10 \\ 0, & x \geq 11 \text{ ve } x < 6 \end{cases}$$

$$\mu_{Orta Tecrübeli}(x) = \begin{cases} 1, & x = 11,12,13,14,15 \\ 0, & x \geq 16 \text{ ve } x < 11 \end{cases} \quad \mu_{Tecrübeli}(x) = \begin{cases} 1, & x = 16,17,18,19,20 \\ 0, & x \geq 21 \text{ ve } x < 16 \end{cases}$$

$$\mu_{Çok Tecrübeli}(x) = \begin{cases} 1, & x > 21 \\ 0, & x \leq 20 \end{cases}$$

Klasik küme olarak ifade edildiğinde çalışma süresi 0 ile 5 yıl arasında tecrübesiz, 6 ile 10 yıl arasında az tecrübeli, 11 ile 15 arasında orta tecrübeli, 16 ile 20 arasında tecrübeli ve 21 den sonra çok tecrübeli olarak görülmektedir. Çalışma süresi 5 yıldan daha az olması durumunda tecrübesiz kümesinin bir elemanı olarak 1 üyelik değeri ile ifade edilirken, tecrübesiz kümesinin üyesi olmadığından üyelik değeri 0 olarak atanmaktadır. Ancak günlük hayatta bu şekilde kesin sınırlarla ayırım yapılamadığı ve değerlendirmelerin birbiri ile örtüştüğü görülmektedir. Örneğin, 5 yıl 9 aylık bir çalışma süresi ile 6 yıl çalışma süresinin birbirine çok yakın olduğu görülmekte ve hangi aralığa düşeceği çok kesin olarak belirlenememektedir. Dolayısıyla günlük hayatta tecrübe derecesini belirtirken çok tecrübesiz, az tecrübeli ya da tecrübesiz gibi ifadeler kullanılmaktadır. Görüldüğü gibi bir kesinlikten çok bir belirsizlik yani bulanıklık söz konusudur. Bu gibi belirsizlik içeren durumlarda ilgili değerlendirmelerin klasik kümelerde olduğu gibi kesin ifadelerle yapılamayacağı çok açıktır.

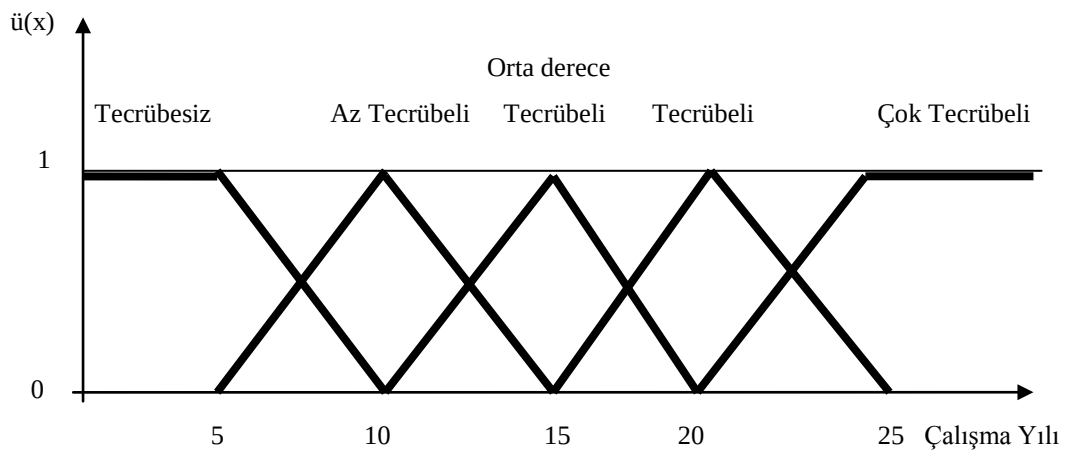
2.2.2. Bulanık kümeler

Bulanıklık genellikle dilsel değişkenler ile ifade edilen belirsizlikler söz konusu olduğunda ortaya çıkmaktadır. Örneğin, “tecrübeli bir yönetici” ifadesi belirsizlikler içeren bir sözel ifadedir. Buradaki “tecrübeli” yargısı kişiden kişiye göre değişen, çok kesin olmayan belirsizlik içeren bir yargıdır. Belirsizlik içeren durumların modellenerek bir düzen içinde işlem ve hesaplamalar yapılabilmesi için bulanık kümeler ve bulanık sayılar kullanılmaktadır.

Bulanık bir $\tilde{A}$ kümesi $[0, 1]$ kapalı aralığında tanımlı bir fonksiyon ile ifade edilen kümedir(Lee, 2005:7).

$$\mu_{\tilde{A}}: E \rightarrow [0,1] \quad (2.2)$$

Bir değişken klasik mantık ve klasik kümeler teorisine göre ikili bir değer alırken, gerçek biraz, az, orta derecede, çok, gibi değerlendirmeler nedeniyle değişken 1 ve 0 değerleri dışında üyelik değerleri alabilmektedir. Bulanık mantık ve bulanık kümeler teorisi değişkenlerin 0 ve 1 dışında farklı değerler almasına imkân sağlamaktadır. Bulanık mantıkta bir değişkenle ilgili olarak 1 veya 0 şeklinde iki değerli atama yapılmayıp, üyelikte bir derecelendirme ve kısmi üyelik söz konusudur.

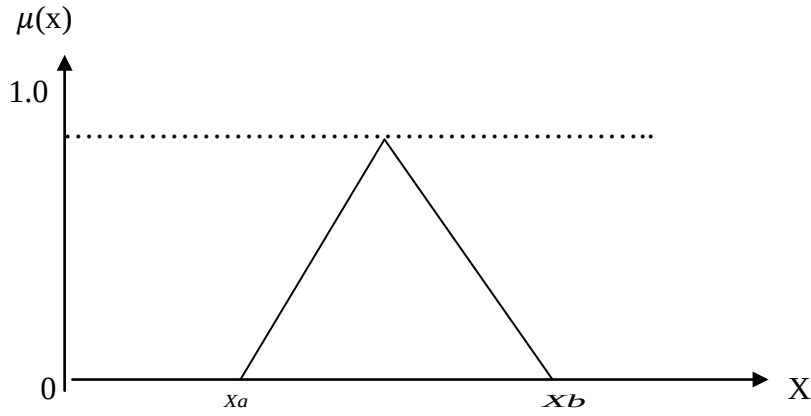


Şekil 2.2. Bulanıklaştırılmış Gösterim

Şekil 2.2.'de tecrübe değişkeninin bulanık gösterimi ifade edilmektedir. Şekilde yatay eksenle çalışma yılı değişkeni ve aldığı değerler gösterilirken, dikey eksenle üyelik derecesi gösterilmektedir. Tecrübe kümesinin birer alt kümesini oluşturan tecrübesiz, az tecrübeli, orta derece tecrübeli, tecrübeli ve çok tecrübeli kümelerinin birbiri ile örtüştüğü görülmektedir. Çünkü günlük hayatta kullanılan belirsiz ifadeler nedeni ile yargılar belirsizlik içermektedir. Tecrübe kümesinin alt kümelerinin birbiri ile örtüşmesi nedeni ile üyelik derecesinin Şekil 2.1'de olduğu gibi Aristo mantığında olduğu gibi 0 ya da 1 şeklinde ifade edilmesi gerçekçi olamayacaktır. Bulanıklık nedeniyle değerlendirme ve yargıların birbirleri ile geçişler içerdiği ve örtüştüğü görülmektedir. Ayrıca bir aralıktaki değerlerin örneğin; az tecrübeli aralığına düşen çalışma sürelerinin hepsinin aynı önem ve değerde olmadığı görülmektedir. Az tecrübeli aralığının sınır değerlerine doğru gidildikçe az tecrübeli değerlendirmesinden uzaklaşarak altta tecrübesiz ve üstte ise orta derecede tecrübeli aralıklarına doğru geçildiği görülmektedir. Ancak bu sınırlara yaklaşılması tam anlamı ile tecrübesiz ve orta derecede tecrübeli niteliği anlamını ifade etmemektedir. Buradan bir aralıktaki değerlerin uçlarına doğru yaklaşıldıkça aralığın ortasına göre önem derecesinin dolayısıyla üyelik derecesinin zayıfladığı görülmektedir. En büyük üyelik derecesinin aralığın orta noktasında olduğu görülür. Şekilde tecrübesiz alt kümesinin alt aralığı ve çok tecrübeli alt kümesinin üst aralığı olmadığı için bu küme elemanlarının üyelik derecesinin ilk ve son üyelik fonksiyonlarının tepe noktası olan 1'e eşit kabul edilecektir.

Tecrübe kümesinin bir alt kümesi olarak 8 yıl çalışma süresi az tecrübeli alt kümesinin bir elemanı olarak ifade edilecek; ancak üyelik bir derece ile ifade edilecektir. Çünkü aynı kümenin 14 yıl çalışma süresine sahip bir üyesi de bulunduğu göre her iki elemanı aynı değerle ifade etmek gerçekçi ve mümkün olamayacaktır. Bulanık mantıkta ve bulanık küme teorisine göre bir küme elemanı 0 ile 1 arasında farklı üyelik dereceleri alabilmektedir. Bu durumda bulanık kümelerde 0 ile 1 arasında küme elemanlarının sonsuz değerler alabilmesi mümkündür. Diğer bir ifadeyle küme elemanları 0 ile 1 arasında kesiksiz değerler alabilmektedirler. Şekilden görüleceği gibi her alt aralığa girişimli olarak bir üyelik fonksiyonu atanmıştır.

Aşağıda şekil 2.3.'te şekilde görüldüğü gibi alt ve üst sınırları olan x değişkeninin X_a ve alt sınırı ve X_b üst sınır değerlerini göstermek üzere bu değerler arasındaki her değeri için farklı bir üyelik derecesi $\mu(x)$ almaktadır. Küme elemanlarının bulanık küme üyelik değerleri dikey ekseninde yer almaktadır. Küme üyelerinin değerleri ile değişiklik gösteren eğriye üyelik fonksiyonu adı verilir(Şen, 2009: 40)



Şekil 2.3. Bulanık Küme

Bulanık kümelerde üyelik fonksiyonu ile her değişken, kümenin farklı derecelerdeki birer üyesidir. Kümenin içindeki elemanlar önem derecelerine göre üyelik derecesine sahiptir. En önemli ve en yüksek değerdeki küme elemanının üyelik derecesi yüksek ve tam üyelik durumunda 1 üyelik derecesine sahip olur. Şekil 2.3. 'te üçgen üyelik fonksiyonu ifadesinde görülebileceği gibi X_a ve X_b değerleri gibi küçük değerlerde ise üyelik dereceleri 0' a yakın olacaktır.

Bulanık kümede bir elemanın bir kümeye ait olup olmadığı ile ilgili kesin sınırlar yoktur. Bulanık küme teorisinde bir elemanın ait olduğu kümenin özelliklerini ne kadar sağladığı önemlidir. Bulanık bir $\tilde{A}$ kümesinin bir elemanı x 'in kümeye üyelik derecesi $\mu_{\tilde{A}}(x)$, x elemanının $\tilde{A}$ kümesine üyeliğinin ne derecede olduğunu gösterir. $\mu_{\tilde{A}}(x)$ ne kadar büyük olursa yani 1'e ne kadar yakın olursa o elemanın A kümesine aitliği o kadar yüksek olur. Bir klasik A kümesinin elemanları $A=\{X_1, X_2, X_3, X_4, \dots\}$ şeklinde gösterilirken, bulanık bir A kümesinin elemanları aşağıdaki şekilde gösterilir;

$$\tilde{A} = \frac{\mu_A X_1}{x_1} + \frac{\mu_A X_2}{x_2} + \frac{\mu_A X_3}{x_3} + \frac{\mu_A X_4}{x_4} + \dots + \frac{\mu_A X_n}{x_n} = \sum_{i=1}^n \frac{\mu_A X_i}{x_i} \quad (2.3)$$

Bulanık kümenin sürekli olması durumunda; $\tilde{A} = \int_x \frac{\mu_A(x)}{x}$ şeklinde gösterilir.

Formüldeki bölme işareti bir bölüm işlemini göstermez; alttaki gerçek sayıya ait bulanık küme üye derecesini gösterir. Formüldeki toplama işareti ve integral işareti de toplama veya integral işlemi anlamında olmayıp sadece kümenin topluluğunu işaret eder.

2.2.3. Bulanık kümelerde işlemler

Bulanık kümelerde klasik kümelerde olduğu gibi matematiksel işlemler yapılmaktadır. Bulanık kümelerle ilgili temel kavram ve işlemler aşağıdaki gibidir;

Bulanık küme tabanı:

Bulanık kümenin tabanı, üyelik derecesi 0,00'dan büyük olan tüm elemanların oluşturduğu kümedir. Diğer bir ifade ile küme tabanı bir olayın olabilir bütün sonuçlarının görüldüğü temel kümedir(Şen, 2009:75). Bulanık küme tabanı aşağıdaki şekilde ifade edilebilir;

$$\check{A} = \{x \in X \mid \mu_{\check{A}}(x) > 0\} \quad (2.4)$$

Bulanık boş küme:

Temel veya küme tabanının aksine hiçbir elemanı bulunmayan kümeye boş küme denir.

$$\check{A} = \emptyset \rightarrow \{x \in X \mid \mu_{\check{A}}(x) = 0\} \quad (2.5)$$

Bulanık kümenin tümleyeni:

Bir bulanık A kümesinin tümleyeni A kümesinde olmayıp, incelenen olayla ilgili tüm elemanları ifade eden evrensel kümede bulunan elemanlar $\bar{A}$ ile ifade edilir ve aşağıdaki şekilde gösterilir;

$$\mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x) \quad (2.6)$$

Eşit bulanık kümeler:

$\tilde{A}$ ve $\tilde{B}$ bulanık kümelerinin elemanlarının sayısının ve elemanlarının aynı olması bu iki bulanık kümenin eşit kümeler olmasını ifade eder. İki bulanık kümenin birbirine eşit olabilmesi için aynı elemanın her iki kümede de aynı üyelik değerine sahip olması gereklidir. Eşit bulanık kümeler aşağıdaki şekilde ifade edilir(Lee, 2005:20).

$$\tilde{A} = \tilde{B} \text{ ise } \mu_{\tilde{A}}(x) = \mu_{\tilde{B}}(x) \forall x \in X \quad (2.7)$$

$\tilde{A}$ ve $\tilde{B}$ bulanık kümelerinin elemanlarının hiçbirisi aynı değil ise bu kümelere eşit olmayan, ayrık kümeler denir. Bu kümeleri aşağıdaki şekilde ifade edebiliriz.

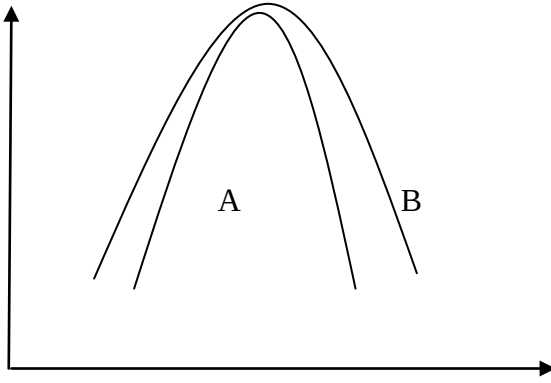
$$\tilde{A} \neq \tilde{B} \text{ ise } \mu_{\tilde{A}}(x) \neq \mu_{\tilde{B}}(x) \forall x \in X \quad (2.8)$$

Bulanık alt küme:

$\tilde{A}$ ve $\tilde{B}$ bulanık kümelerinden birisi diğer bulanık kümenin elemanlarını kapsıyor ise kapsanan kümeye bulanık alt küme denir. Bulanık alt küme aşağıdaki şekilde gösterilir;(Lee, 2005:20).

$$\tilde{A} \subseteq \tilde{B} \text{ ise } \mu_{\tilde{A}}(x) \leq \mu_{\tilde{B}}(x) \forall x \in X, \quad (2.9)$$

Bulanık $\tilde{A}$ bulanık $\tilde{B}$ kümesinin bir alt kümesidir. Alt küme ilişkisi aşağıdaki şekilde gösterilebilir;



Şekil 2.4. Bulanık Alt küme

Kaynak: Lee H. Kwang (2005), First Course On Fuzzy Theory And Applications Advances In Soft Computing, Springer, Germany. s.20.

Bulanık kümelerin yüksekliği:

Bir bulanık kümenin yüksekliği küme elemanlarının sahip olduğu maksimum üyelik değeridir.

Bulanık bir $\tilde{A}$ kümesinin en yüksek üyelik değeri 1 ise bu kümeye normal bulanık küme, eğer kümenin maksimum üyelik değeri 1'den küçük ise bu küme normal olmayan bir bulanık küme olarak adlandırılır(Hanns, 2005:18).

Bulanık kümelerde birleşim:

E evrensel kümesinde tanımlanan $\tilde{A}$ ve $\tilde{B}$ gibi iki bulanık kümenin birleşimi, üyelik fonksiyonları $\mu_{\tilde{A}}(x)$ ve $\mu_{\tilde{B}}(x)$ olmak üzere aşağıdaki gibi gösterilir;

$$\mu_{\tilde{A} \cup \tilde{B}}(x) = \text{maksimum} [\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)] \forall x \in X \quad (2.10)$$

Her iki kümede de aynı elemanın bulunması halinde birleşik kümede bu eleman bir defa yazılır ve gösterilir. Tanımlanan $\tilde{A}$ ve $\tilde{B}$ bulanık kümelerinin bileşimi $\tilde{A} \cup \tilde{B}$ fonksiyonel olarak u ile gösterildiğinde üyelik derecesi şu şekilde gösterilir.

$$u: [0, 1] \times [0, 1] \rightarrow [0, 1]$$

$$\mu_{\tilde{A} \cup \tilde{B}}(x) = U[\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)] \quad (2.11)$$

U fonksiyonunun $\tilde{A}$ ve $\tilde{B}$ bulanık kümelerinin bileşimini göstermesi için aşağıdaki özelliklere sahip olması gereklidir: (Hanns, 2005:33).

$$\text{Aksiyom U1} \quad u(\mu_0, 0) = \mu_0 \quad (2.12)$$

$$\text{Aksiyom U2} \quad \mu_1 \leq \mu_2 \rightarrow u(\mu_1, \mu_2) \leq u(\mu_0, \mu_2) \quad (2.13)$$

$$\text{Aksiyom U3} \quad u(\mu_1, \mu_2) = u(\mu_2, \mu_1) \quad (2.14)$$

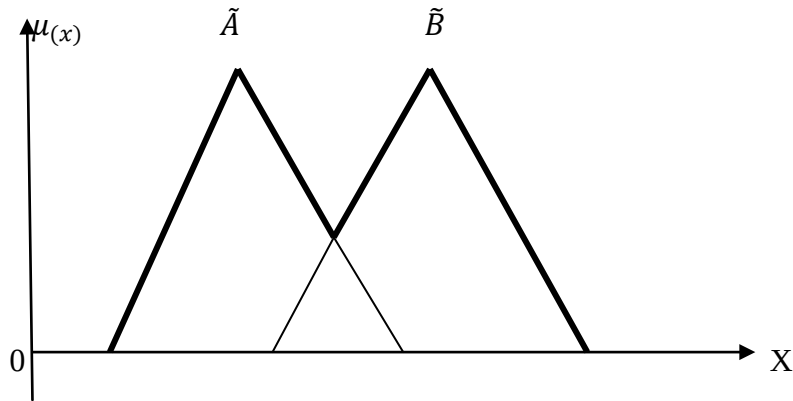
$$\text{Aksiyom U4} \quad u[\mu_0, u(\mu_1, \mu_2)] = u[(\mu_0, \mu_1), \mu_2] \quad (2.15)$$

Uygulamada bulanık küme işlemlerinde kullanılan temel iki aksiyom aşağıdaki şekildedir.

$$\text{Aksiyom U5} \quad u \text{ sürekli bir fonksiyondur.} \quad (2.16)$$

$$\text{Aksiyom U6} \quad \mu_1 < \mu_2 \text{ ve } \mu_3 < \mu_4 \rightarrow u(\mu_1, \mu_3) < u(\mu_2, \mu_4) \quad (2.17)$$

Bulanık kümelerde birleşim işlemi şekil 2.5.'te gösterilmektedir.



Şekil 2.5. Bulanık Kümelerde Birleşim

Kaynak: Hanns Michael (2005), Applied Fuzzy Arithmetic An Introduction with Engineering Applications, Springer, Netherlands. s. 33.

Bulanık kümelerde kesişim:

E evrensel kümesinde tanımlanan $\tilde{A}$ ve $\tilde{B}$ gibi iki bulanık kümenin kesişimi, üyelik fonksiyonları $\mu_{\tilde{A}}(x)$ ve $\mu_{\tilde{B}}(x)$ olmak üzere aşağıdaki gibi gösterilir;

$$\mu_{\tilde{A} \cap \tilde{B}}(x) = \text{minimum} [\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)] \forall x \in X \quad (2.18)$$

Tanımlanan $\tilde{A}$ ve $\tilde{B}$ bulanık kümelerinin bileşimi $\tilde{A} \cap \tilde{B}$ fonksiyonel olarak I ile gösterildiğinde üyelik derecesi şu şekilde gösterilir.

$$I: [0, 1] \times [0, 1] \rightarrow [0, 1]$$

$$\mu_{\tilde{A} \cap \tilde{B}}(x) = I[\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)] \quad (2.19)$$

I fonksiyonunun $\tilde{A}$ ve $\tilde{B}$ bulanık kümelerinin bileşimini göstermesi için aşağıdaki özelliklere sahip olması gereklidir:(Hanns,2005:3).

$$\text{Aksiyom 1} \quad I(\mu_0, 1) = \mu_0 \quad (2.20)$$

$$\text{Aksiyom 2} \quad \mu_1 \leq \mu_2 \rightarrow I(\mu_0, \mu_1) \leq I(\mu_0, \mu_2) \quad (2.21)$$

$$\text{Aksiyom 3} \quad I(\mu_1, \mu_2) = I(\mu_2, \mu_1) \quad (2.22)$$

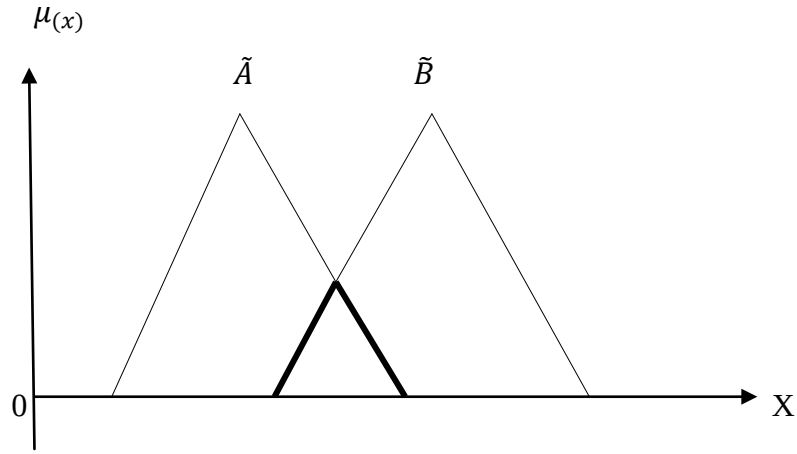
$$\text{Aksiyom 4} \quad I[\mu_0, I(\mu_1, \mu_2)] = I[I(\mu_0, \mu_1), \mu_2] \quad (2.23)$$

Uygulamada bulanık küme işlemlerinde kullanılan temel iki aksiyom aşağıdaki şekildedir.

$$\text{Aksiyom 5} \quad I \text{ sürekli bir fonksiyondur.} \quad (2.24)$$

$$\text{Aksiyom 6} \quad \mu_1 < \mu_2 \text{ ve } \mu_3 < \mu_4 \rightarrow I(\mu_1, \mu_3) < I(\mu_2, \mu_4) \quad (2.25)$$

Bulanık kümelerde kesişim işlemi şekil 2.6.'da gösterilmektedir.



Şekil 2.6. Bulanık Kümelerde Kesişim

Kaynak: Hanns Michael (2005), Applied Fuzzy Arithmetic An Introduction with Engineering Applications, Springer, Netherlands. s. 29.

Bulanık kümelerde α kesim kümesi :

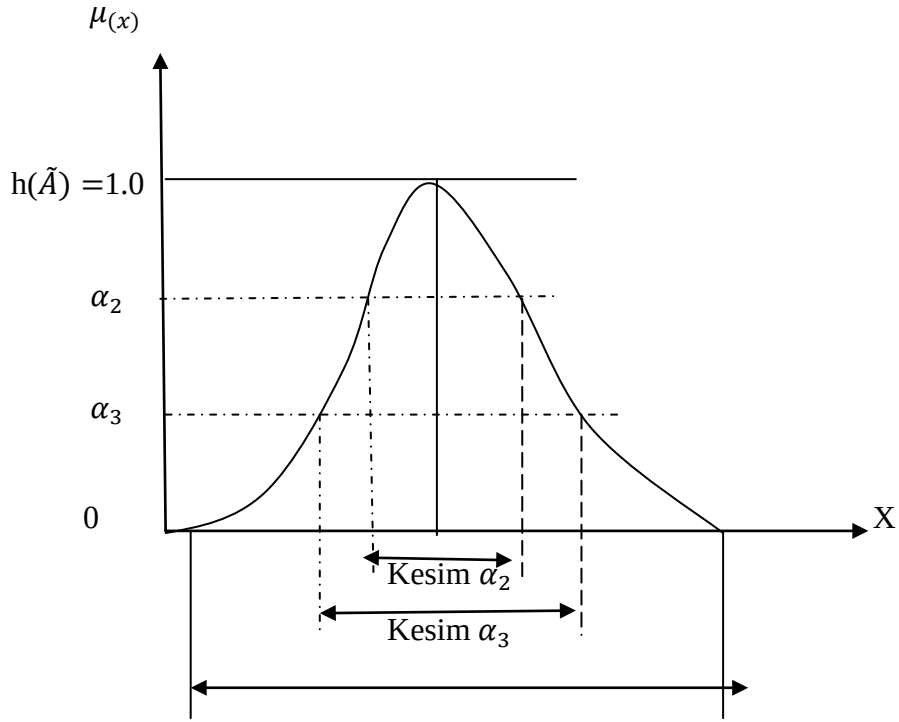
Bulanık bir A kümesinin α kesim kümesi $Cut_{\alpha} A = A_{\alpha}$, üyelik değeri α değerine eşit ve daha büyük olan elemanlardan oluşan kümedir. α kesim değeri 0 ile 1 arasında yer alır.

$$\alpha \in [0, 1] ,$$

$$Cut_{\alpha} \tilde{A} = \{ x \in X \mid \mu_{\tilde{A}}(x) \geq \alpha \} \quad (2.26)$$

α kesim kümesi işleminde $\geq$ yerine $>$ işareti kullanıldığında α kesimi güçlü kesim olarak adlandırılmaktadır.

$$Cut_{\alpha} \tilde{A} = \{ x \in X \mid \mu_{\tilde{A}}(x) > \alpha \} \quad (2.27)$$



Şekil 2.7. α kesim kümesi

Kaynak: Hanns Michael (2005), Applied Fuzzy Arithmetic An Introduction with Engineering Applications, Springer, Netherlands. s. 20.

A_{α_2} ve A_{α_3} gibi iki kesim kümesi arasında $\alpha_2 < \alpha_3$ ise A_{α_2} kümesi A_{α_3} kümesinin içinde yer alır. Örneğin, klasik bir A kümesinin ve bu kümenin bulanık kümesinin,

$$A = \{a, b, c, d, e, f\} \quad \text{ve} \quad \tilde{A} = \{1/a + 0,9/b + 0,6/c + 0,3/d + 0,01/e + 0/f\},$$

şeklinde verildiğini düşünelim. Bu bulanık kümenin $\alpha = 1, 0.9, 0.6, 0.3, 0$ seviyelerinde kesilmesi ile ortaya çıkan klasik kümeler aşağıdadır(Şen, 2001:116);

$$\tilde{A}_1 = \{a\}$$

$$\tilde{A}_{0,9} = \{a, b\}$$

$$\tilde{A}_{0,6} = \{a, b, c\}$$

$$\tilde{A}_{0,3} = \{a, b, c, d\}$$

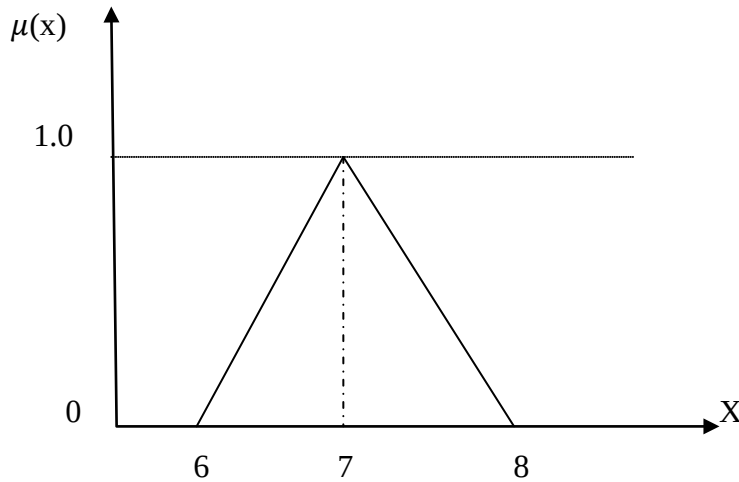
$$\tilde{A}_0 = \{a, b, c, d, e\}$$

2.3. Bulanık Sayılar

Reel sayılar kümesi içinde yer alan aralık değerleri çeşitli ve çok sayıda bulanık küme oluştururlar. Bulanık kümeler kesin olmaya, belirsiz ve yaklaşık değerleri göstermek üzere bulanık sayılar ile ifade edilir. Bulanık sayılar; yaklaşık, aşağı yukarı, hemen hemen, gibi sözel ifadelerle nitelenen sayılardır.

Bulanık bir sayı olarak nitelenen bir $\tilde{a}$ sayısının bulanık olabilmesi için aşağıdaki özellikleri sağlaması gerekir(Hanss, 2005:45).

1. $\tilde{A}$ bulanık kümesi normal olmalıdır. Kümenin yüksekliği 1'e eşit olmalıdır.
2. $\tilde{A}$ bulanık kümesi dışbükey olmalıdır.
3. Üyelik derecesi 1'e eşit olan en az bir küme elemanı bulunmalıdır.
4. $\mu_{\tilde{A}}(x)$ üyelik fonksiyonu, sürekli bir fonksiyon olmalıdır.



Şekil 2.8. Bulanık sayılar

Şekil 2.8.'de görüldüğü gibi, yaklaşık 7 sayısı bu sayının sağındaki ve solundaki sayıları da ifade etmektedir. Aranılan ve düşünülen değer olarak 7 sayısı, 7 sayısının sağında ve solundaki sayılar olan 6 ve 8 sayıları ile 7 sayısı arasındaki değerlerce de bir dereceye kadar ifade edilmektedir. Bu değerlerin hangi derece ile 7 sayısını temsil ettikleri üyelik fonksiyonunca ifade edilmekte ve belirlenmektedir.

Üyelik fonksiyonu değerleri $[0,1]$ aralığında yer almakta olup 7 değerinin üyelik değeri 1' dir.

Bulanık sayıların üçgen ifadesi $A=(a,b,c)$ şeklinde gösterilebilir. Yukarıdaki şekilde 7 sayısı bulanık sayının özünü temsil eder ve üyelik derecesi 1' dir. Bulanık sayılarla bilinen matematiksel işlemlerin yapılması mümkün değildir. Bu nedenle bulanık küme işlemleri uygulanır(Şen,2009:101,102).

Bulanık temel kümelerin her birisi bulanık sayı olarak düşünebilir. Bulanık sayılar bir alt sınırı ve birde üst sınırı olan bir aralık değerini ifade eder. Bulanık kümeler üyelik fonksiyonlarıyla tanımlandığı için kendi üyelik fonksiyonlarıyla aynı kavramlardır(Baykal ve Beyan, 2004:115).

Uygulamalarda en çok üçgen ve yamuk bulanık sayıların kullanıldığı görülmektedir. (a,b,c) şeklindeki bir üçgen bulanık sayının a, solda yer alan en düşük değerini, b olabilecek en uygun değeri ve c ise en yüksek sınırını sağdaki değeri ifade etmektedir. A bulanık sayısının üyelik fonksiyonu aşağıdaki gibidir.

$$\mu_{A(x)} = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c \\ 0, & x \geq c \end{cases} \quad (2.28)$$

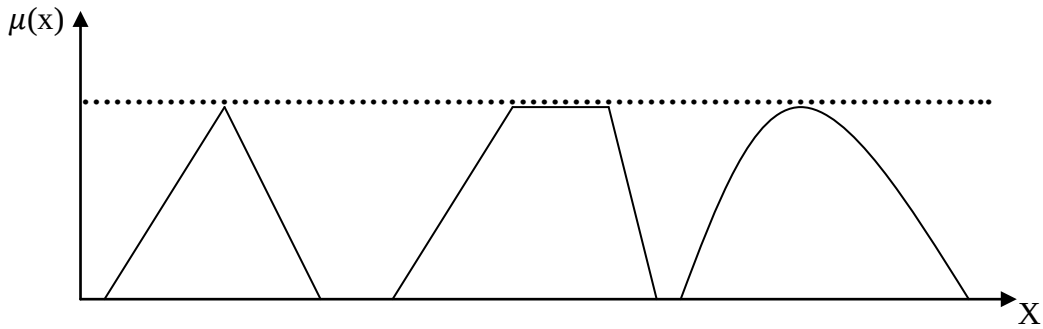
Yamuk bir bulanık sayının $A=(a, b, c, d)$ üyelik fonksiyonu ise aşağıdaki gibi gösterilebilir;

$$\mu_{A(x)} = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & b \leq x \leq c \\ 0, & d \leq x \end{cases} \quad (2.29)$$

2.3.1. Üyelik fonksiyonu

Bulanık kümelerde bir elemanın bulanık kümeye aitliğinin derecesini belirlemek ve göstermek amacıyla üyelik fonksiyonu belirlenir. Bu fonksiyon küme elemanlarına $[0,1]$ kapalı aralığında değerler atar. Bu değer bir elemanın bulanık kümeye ne derece ait olduğunu ifade eder. Diğer bir deyişle küme ile temsil edilen özellikleri taşıma gücünü gösterir.

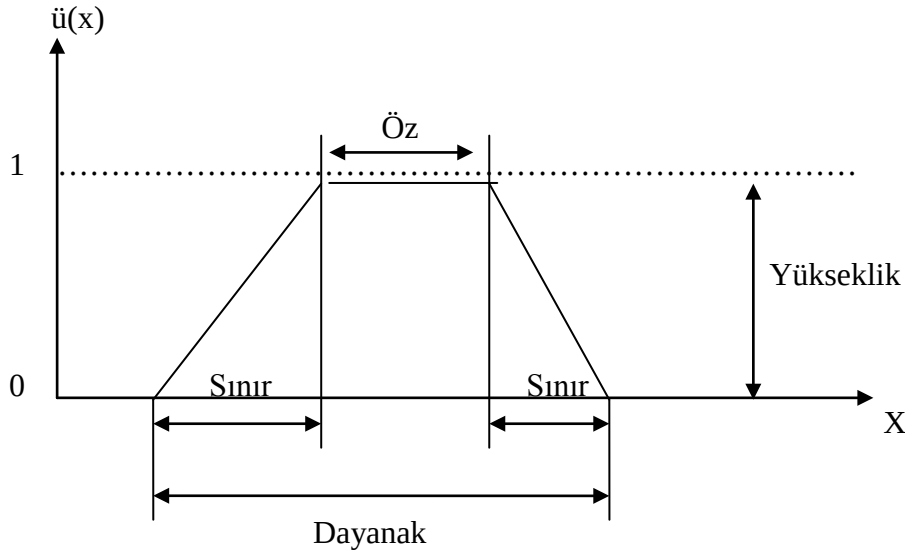
Bulanık kümelerin matematiksel olarak farklı üyelik fonksiyonları ile ifade edildiği görülmektedir. En çok kullanılan üyelik fonksiyonları üçgen ve yamuk olmakla birlikte Sigmoid, Gauss(Çan Eğrisi), S-şekilli, Z-şekilli gibi farklı üyelik fonksiyonlarının da kullanıldığı görülmektedir. En çok kullanılan üyelik fonksiyonları üçgen, yamuk üyelik fonksiyonları olup aşağıdaki şekil üzerinde birlikte gösterilmiştir. Bulanık TOPSIS yönteminde yamuk bulanık sayılar ve üçgen bulanık sayılar kullanılarak yapılan hesaplamalarda alternatifler arasında sıralamanın değişmediği, alternatiflerin skorlarını ifade eden sayı değerlerinde küçük değişiklikler olduğu ifade edilmektedir(Ecer, 2007:171).



Şekil 2.9. Üçgen Yamuk ve Eğri Üyelik fonksiyonu

2.3.2. Üyelik fonksiyonunun kısımları

Bulanık küme elemanlarına üyelik derecelerinin atanmasının anlaşılması için üyelik fonksiyonunun kısımlarının görüldüğü aşağıdaki şekle bakılabilir:



Şekil 2.10. Üyelik Fonksiyonu Kısımları.

Şekil 2.10.'da görüleceği gibi bir kümede birden fazla $\bar{u}(x)=1$ üyelik derecesine sahip küme elemanı bulunabilir. Üyelik dereceleri $\bar{u}(x)=1$ olanların bulunduğu, bulanık kümenin alt küme kısmına kümenin özü denir. Üyelik derecesi 0 ve 1 üyelik derecesi dışındaki üyelerinin oluşturduğu ve kenarlarda kalan kısımlara ise üyelik fonksiyonunun sınırları denir. Üyelik fonksiyonunun sınırları kümenin geçiş bölgeleridir. Kümenin tüm üyelerini içeren ve şekilde alt kısımda gösterilen kısma kümenin dayanağı denir. Kümenin dayanağı tüm kümeyi kapsar. Bunun matematiksel gösterimi $0 < \bar{u}(x) < 1$ dir(Şen, 2009:42). Fonksiyonun tanım kümesini yatay eksen, değer kümesini ise düşey eksen gösteririz.

Bir bulanık kümenin birden fazla elemanı 1 üyelik derecesine sahip olabilir. Üçgen biçiminde gösterilen üyelik fonksiyonunda bir üyenin üyelik derecesi 1 olduğundan bu fonksiyonda öz kısmı bir nokta olarak ortaya çıkar.

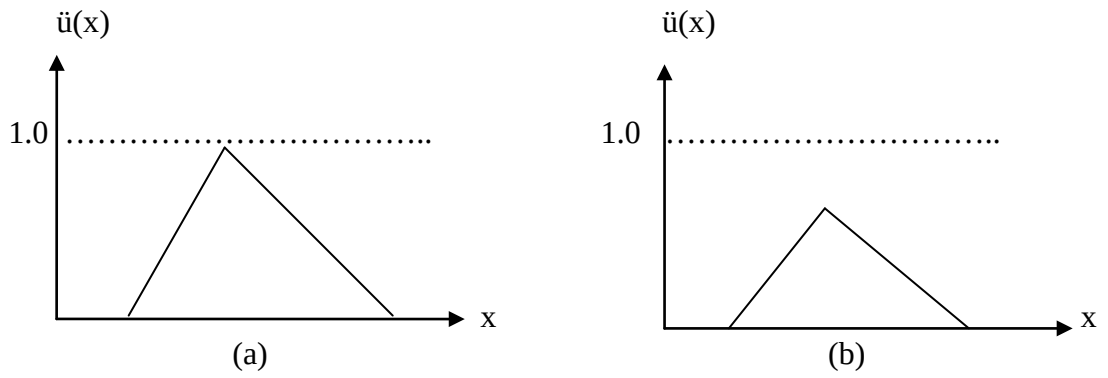
2.3.3. Üyelik fonksiyonunun özellikleri

Normal bir bulanık küme ve normal üyelik fonksiyonuna sahip olan kümelerin özellikleri şunlardır;

- Bulanık küme üyelerinden bir tanesinin 1 üyelik değerine sahip olması ve

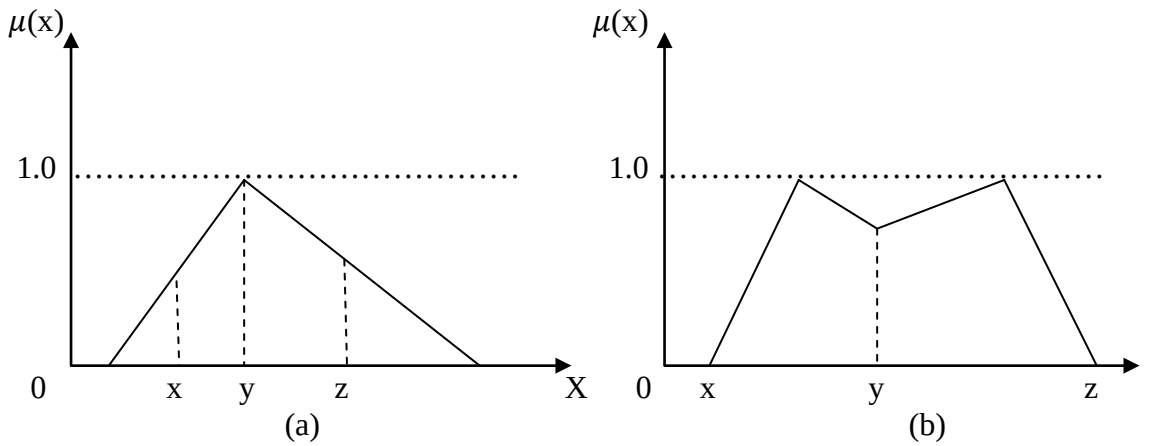
- Bulanık kümenin dışbükey olmasıdır.

Bulanık bir kümenin normal bir bulanık küme olabilmesi için o kümede yer alan elemanlardan en az bir elemanın üyelik derecesinin en yüksek üyelik derecesi olan 1'e eşit olması gereklidir. Eğer bir bulanık kümede üyelik derecesi 1 olan hiçbir küme elemanı yok ise o küme normal olmayan bir bulanık kümedir. Şekil 2.11. (a) üyelik derecesi 1 olan en az bir elemanın bulunduğu bir kümeyi gösterirken, şeklin (b) kısmı hiçbir üyesinin üyelik derecesi 1 olmayan kümeyi göstermektedir.



Şekil 3.11. Normal (a) ve normal olmayan küme (b)

Bulanık bir kümenin normal bir bulanık küme olabilmesi için taşıması gereken bir diğer özellik ise kümenin dışbükey olmasıdır. Diğer bir ifade ile kümenin tek bir tepe noktasına sahip olması gereklidir.



Şekil 3.12. Normal (a) ve normal olmayan küme (b)

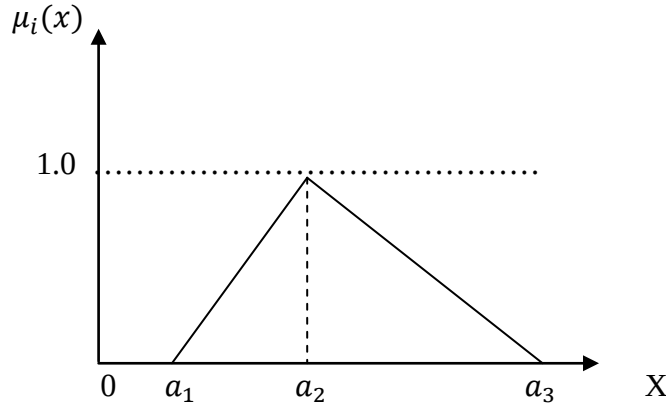
Şekil 2.12. (a) dışbükey bir normal bulanık kümeyi gösterirken, şeklin (b) kısmı içbükey, normal olmayan bir kümeyi göstermektedir.

2.3.4. Üyelik fonksiyonu çeşitleri

Farklı üyelik fonksiyonu çeşitleri olmakla birlikte en çok kullanılanlar üçgen ve yamuk üyelik fonksiyonlarıdır.

2.3.4.1. Üçgen üyelik fonksiyonu

Üçgen üyelik fonksiyonu a_1, a_2, a_3 şeklinde tanımlanır ve aşağıdaki şekilde gösterilir.



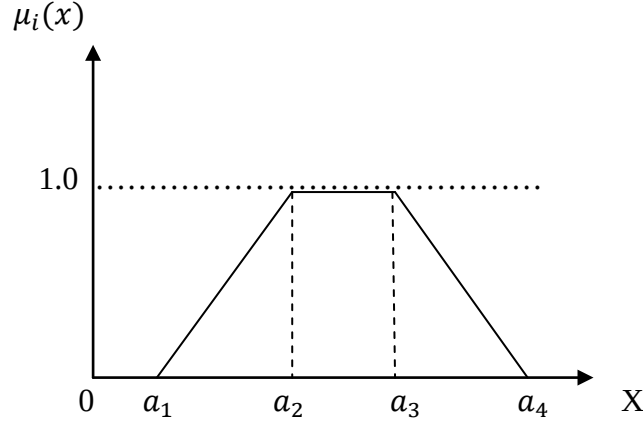
Şekil 2.13. Üçgen Üyelik fonksiyonu

Üyelik fonksiyonu matematiksel olarak aşağıdaki şekilde ifade edilir.

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1 \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1}, & a_1 \leq x \leq a_2 \\ \frac{a_3 - x}{a_3 - a_2}, & a_2 \leq x \leq a_3 \\ 0, & x > a_3 \end{cases} \quad (2.30)$$

2.3.4.2. Yamuk üyelik fonksiyonu

Yamuk üyelik fonksiyonunda a_1, a_2, a_3, a_4 , olmak üzere dört parametre ile tanımlanır. Yamuk üyelik fonksiyonu şekil 2.14.'te görüldüğü gibidir.



Şekil 2.14. Yamuk Üyelik Fonksiyonu

Yamuk üyelik fonksiyonu matematiksel ifadesi aşağıdaki şekildedir.

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1 \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1}, & a_1 \leq x \leq a_2 \\ 1, & a_2 \leq x \leq a_3 \\ \frac{a_4 - x}{a_4 - a_3}, & a_3 \leq x \leq a_4 \\ 0, & x > a_4 \end{cases} \quad (2.31)$$

2.3.5. Üyelik fonksiyonlarının belirlenmesi

Üyelik derecesinin atanması diğer bir ifade ile üyelik fonksiyonunun oluşturulmasında çeşitli yöntemler bulunmaktadır. En çok uygulananı uzman tecrübelerinden yararlanarak “sezgisel” yöntem olmaktadır. Sezgi yönteminin kullanılmasının temel nedeni yöntemin matematiksel temellere dayanmaması ve kolay uygulanabilmesidir. Ancak sezgi yöntemiyle küme elemanlarına üyelik derecesi atanmasının bir uzmanlık bilgisine dayanmakta olduğu görülür. Üyelik

fonksiyonlarını oluşturmada en gelişmiş yöntemler uzman tecrübelerinden faydalanarak küme değerlerini noktalı olarak belirlemek ve analitik fonksiyon biçiminde ifade etmektir(Nabiyev, 2005:669). Üyelik fonksiyonunun belirlenmesi için genel bir yöntem uzmanların konu ile ilgili tecrübe ve uzmanlık bilgilerinden yararlanmaktır. Bulanık bir kümenin fonksiyonunun insan gibi düşünme şeklini yakalaması istenir. Bu nedenle üyelik fonksiyonları uzmanlık bilgisine dayalı olarak pratik problemlere göre oluşturulur. Uzmanın düşünme şekli uygun bir matematiksel formül ile ifade edilebilir(Ahmad, 2004:26).

Bulanık üyelik dereceleri ile olasılık değerleri arasında farklar bulunmaktadır. Bu farklar;

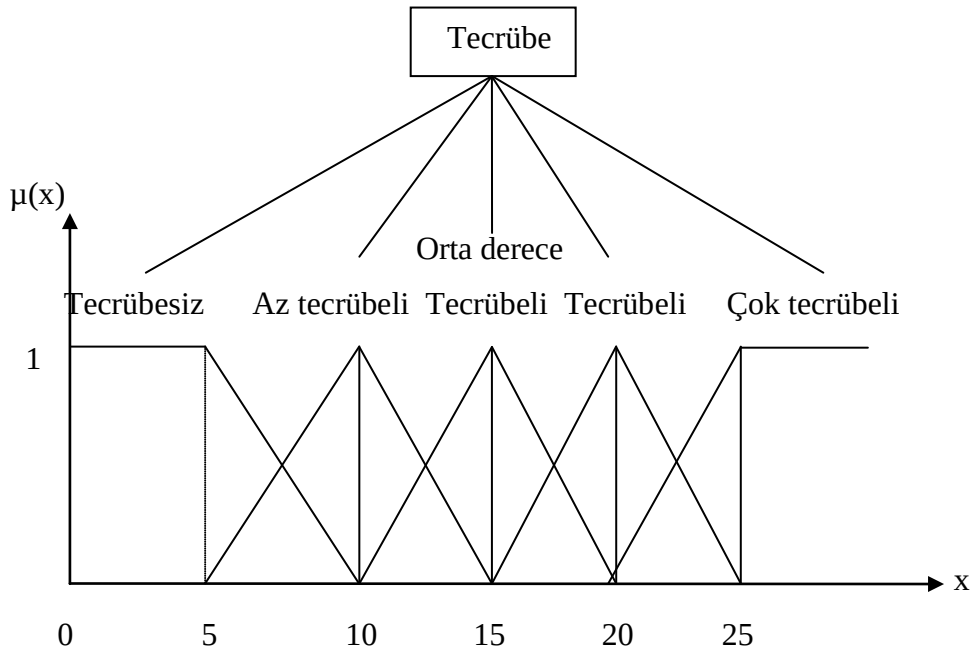
- Sonlu bir evrensel kümede olasılık farkları 1'e eşit olmakta, ancak bulanık üyelik derecelerinin toplamının 1'e eşit olması gerekmemektedir.
- Olasılık ayrık değerlere sahip olmakla birlikte bulanık kümenin olaya ilişkin dereceleri süreklilik taşımaktadır.
- Klasik olasılık hesapları olayların tamamının temeline dayalı iken bulanık kümede bir olaya ilişkin üyelik derecesi diğer olaylardan yani kümenin diğer elemanlarının tümüne bağlı olmamakta, üyelikler farklı olmaktadır(Nabiyev, 2005: 670).

2.3.6. Dilsel(sözel) değişkenler

Değişken değeri olarak bir dildeki kelimeleri alabilen değişkene dilsel değişken denir(Zadeh, 1975:199).Kelimeler benzer durumları ifade etmek için kullanıldıkların da bile aralarında derece farkı bulunmaktadır. Bu fark kesin olarak ifade edilemeyen, açık ve net olarak ifade edilemeyen durumları anlatır. Örneğin; tuzlu, az tuzlu, biraz tuzlu gibi ifadeler tuzlu olmanın çeşitli derecelerini ifade etmektedir. Bu belirsizlik ve bulanıklık durumu bulanık mantığın temel çıkış noktasını oluşturmuş ve bulanık kümeler sayesinde bu ifadeler sayısallaştırılmıştır. Bulanıklık üyelik dereceleri ile ifade edilerek bilimsel analizlere katılmıştır. Bu gibi dilsel ifadelerin bulanık mantıkta önemli bir yer tuttuğu görülmektedir. Bulanık mantık daha çok sözel ve dilsel belirsizliklerin işlem yapılmak üzere formüle edilmesini ifade eder.

Bulanıklık, bulanık mantıkta bir zayıflığı değil bir üstünlüğü ifade etmektedir. Çünkü gerçek hayatta karşımıza çıkan problemler kesin ve net olarak sayısallaştırılamayan problemler olduğunda bulanık mantık ile çözüm bulunabilmektedir. Bulanık mantık, insan zihni gibi kelimeleri girdi olarak kullanarak sonuç almaya çalışmaktadır. Buradan hareketle bilgisayarların işlem yetenekleri ile çözüm bulamadığı problemlere, insan gibi düşünen akıllı uzman sistemler ile çözümler bulunmaya çalışılır.

Sözel değişkenler sayısal olarak ifadesi mümkün olmayan, kesin bir şekilde ifade edilemeyen kavramların yaklaşık olarak ifade edilmesini sağlar. Bir değişkenin sözel olarak ifade edilmesi değişkenin değerlendirilmesine esneklik kazandırır(Perçin ve Karakaya, 2012:259). Diğer bir ifadeyle değişkenle ilgili değerlendirme genişletilmiş olur. Örneğin tecrübe; çok tecrübeli, tecrübeli, orta derece tecrübeli, az tecrübeli, tecrübesiz, gibi sözel ifadeler bulanık kümeler ile ortaya konabilecek sözel değişkenlerdir. Bu şekildeki değerlendirmeler bulanık kümelerde bir üyelik fonksiyonu ile sayısallaştırılarak ifade edilirler. Tecrübe değişkeni sıfır ile elli yıl arasında bir küme olarak değerlendirilecek olur ise üçgen bulanık sayılar aşağıdaki şekilde gösterilebilir.



Şekil 2.15. Tecrübe Sözel Değişkeninin Bulanık Küme Fonksiyonu

Tecrübesiz, az tecrübeli, orta derece tecrübeli, tecrübeli, çok tecrübeli dilsel ifadelerinin üyelik fonksiyonları aşağıdaki şekilde yazılabilir.

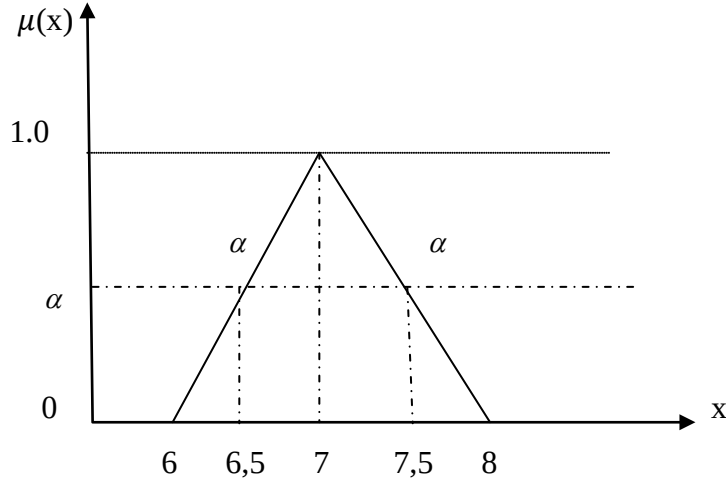
$$\mu_{Tecrübesiz}(x) = \begin{cases} 1, & 0 \leq x \leq 5 \\ \frac{10-x}{10-5}, & 5 \leq x \leq 10 \end{cases} \quad \mu_{Az Tecrübeli}(x) = \begin{cases} \frac{x-5}{10-5}, & 5 \leq x \leq 10 \\ \frac{15-x}{15-10}, & 10 \leq x \leq 15 \end{cases}$$

$$\mu_{Orta derece Tecrübeli}(x) = \begin{cases} \frac{x-10}{15-10}, & 10 \leq x \leq 15 \\ \frac{20-x}{20-15}, & 15 \leq x \leq 20 \end{cases} \quad \mu_{Tecrübeli}(x) = \begin{cases} \frac{x-15}{20-15}, & 15 \leq x \leq 20 \\ \frac{25-x}{25-20}, & 20 \leq x \leq 25 \end{cases}$$

$$\mu_{Çok Tecrübeli}(x) = \begin{cases} \frac{x-25}{25-20}, & 20 \leq x \leq 25 \\ 1, & 25 \leq x \end{cases}$$

2.3.7. α Kesim kümesi

Bulanık bir kümenin α kesim kümesi, en az α üyelik fonksiyon değerine sahip olan tüm elemanların oluşturduğu kümedir. Belirlenen bir α değeri ile farklı bir α kesim kümesi oluşturulabilmektedir. α değeri, $\alpha \in (0,1)$ olmak koşuluyla gerçek bir sayıdır. α değeri ile üyelik fonksiyonunun farklı kesimleri belirlenmiş olur. α değeri arttıkça belirlenen α kesimi ile oluşturulan kümedeki eleman sayısı azalır.



Şekil 2.16. Üçgen Bulanık Sayılarda α Kesimi

Şekil 2.16.'da kesim değeri 1'e doğru yaklaştıkça yeni oluşacak olan kümede eleman sayısı daha az olacaktır.

2.3.8. Bulanık sayılarda işlemler

Bulanık kümelerde de klasik kümelerde olduğu gibi matematiksel işlemler yapılabilmektedir. İki pozitif bulanık sayı A ve B $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$ ve $\tilde{B} = (b_1, b_2, b_3)$ olarak verilmiş olsun:

- **Toplama işlemi:**

$$\begin{aligned}\tilde{A} + \tilde{B} &= (a_1, a_2, a_3) + (b_1, b_2, b_3) \\ &= (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3)\end{aligned}\tag{2.32}$$

- **Çıkarma işlemi :**

$$\begin{aligned}\tilde{A} - \tilde{B} &= (a_1, a_2, a_3) - (b_1, b_2, b_3) \\ &= (a_1 - b_3, a_2 - b_2, a_3 - b_1)\end{aligned}\tag{2.33}$$

- **Çarpma işlemi:**

$$\begin{aligned}\tilde{A} \times \tilde{B} &= (a_1, a_2, a_3) \times (b_1, b_2, b_3) \\ &= (a_1 \cdot b_1, a_2 \cdot b_2, a_3 \cdot b_3)\end{aligned}\tag{2.34}$$

- **Bölme işlemi**

$$\begin{aligned}\tilde{A} / \tilde{B} &= (a_1, a_2, a_3) / (b_1, b_2, b_3) \\ &= (a_1/b_3, a_2/b_2, a_3/b_1)\end{aligned}\quad (2.35)$$

- **Sabit bir sayı ile çarpma işlemi:**

$$\begin{aligned}\tilde{A} \times k &= (a_1, a_2, a_3) \times k \\ &= (a_1 \cdot k, a_2 \cdot k, a_3 \cdot k)\end{aligned}\quad (2.36)$$

- **Ters işlem:**

$$\begin{aligned}\tilde{A}^{-1} &= (a_1, a_2, a_3) \\ &= \left(\frac{1}{a_3}, \frac{1}{a_2}, \frac{1}{a_1}\right)\end{aligned}\quad (2.37)$$

Matriste yer alan her $\tilde{x}_{ij}$ bulanık sayıları ifade ederken, $\tilde{w}_j$ ağırlıklarını ifade etmektedir. Üçgen bulanık sayılar $\tilde{x}_{ij} = (\tilde{a}_{ij}, \tilde{b}_{ij}, \tilde{c}_{ij})$ ve ağırlıkları $\tilde{w}_j = (\tilde{w}_{j1}, \tilde{w}_{j2}, \tilde{w}_{j3})$ şeklinde gösterilebilir (Chen, 2001:68-69).

2.3.9. Üçgen bulanık sayılar arasındaki uzaklık

$\tilde{m} = (m_1, m_2, m_3)$ ve $\tilde{n} = (n_1, n_2, n_3)$ olmak üzere iki üçgen bulanık sayı arasındaki uzaklığı bulmak için Vertex yönteminden faydalanılır. Vertex yöntemi ile iki üçgen bulanık sayı arasındaki uzaklık şu şekilde hesaplanır (Chen, Lin, Huang, 2006: 293).

$$d_v(\tilde{m}, \tilde{n}) = \sqrt{\frac{1}{3} [(m_1 - n_1)^2 + (m_2 - n_2)^2 + (m_3 - n_3)^2]} \quad (2.38)$$

2.3.10. Bulanık Sayılarda Sıralama

Bulanık mantıkta, bulanık kural tabanı ve bulanık işlem süreçlerinin çıktıları bulanık sayılar şeklinde olmaktadır. Bulanık işlem süreçlerinin sonunda karar verebilmek amacıyla bulanık sayıların sıralanması gereklidir. Bu nedenle bulanık

sayıların sıralanması için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Kullanılan yöntem, sıralanacak olan bulanık sayıların niteliğine göre bu yöntemlerin farkları ortaya çıkmaktadır. Bulanık sayıların sıralanması için çok çeşitli yöntemler bulunmakla birlikte ileri sürülen yöntemlerden Liou ve Wang(1992), Abdel-Kader ve Dugdale (2001), Kareli Ortalama yöntemi kısaca açıklanacaktır.

2.3.10.1. Liou ve Wang'ın yöntemi

Liou ve Wang'ın toplam integral yönteminde $\alpha \in [0,1]$ iyimserlik endeksi olmak üzere; $\tilde{A} = (a,b,c)$ şeklinde verilen üçgen bulanık sayı için, toplam integral değeri aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır(Kaptanoğlu ve Özok, 2006:198).

$$\begin{aligned} I_T^\alpha(\tilde{A}) &= \frac{1}{2}\alpha(b+c) + \frac{1}{2}(1-\alpha)(a+b) \\ &= \frac{1}{2}[\alpha c + b + (1-\alpha)a] \end{aligned} \quad (2.39)$$

Karar vericinin iyimserlik endeksi olarak tanımlanan α ; $0 \leq \alpha \leq 1$ dir. İndeks değeri büyüdükçe iyimser bir karar verici, indeks değeri küçüldükçe kötümser bir karar vericiyi temsil eder(Şengül vd. 2012:153; Kaptanoğlu ve Özok, 2006:198).

$\tilde{A}_i$ ve $\tilde{A}_j$ bulanık sayıları için sıralama, endeks değerine göre aşağıdaki gibidir:

$$\begin{aligned} I_T^\alpha(\tilde{A}_i) < I_T^\alpha(\tilde{A}_j) & \quad \text{ise} \quad \tilde{A}_i < \tilde{A}_j \\ I_T^\alpha(\tilde{A}_i) &= I_T^\alpha(\tilde{A}_j) \quad \text{ise} \quad \tilde{A}_i = \tilde{A}_j \\ I_T^\alpha(\tilde{A}_i) > I_T^\alpha(\tilde{A}_j) & \quad \text{ise} \quad \tilde{A}_i > \tilde{A}_j \end{aligned}$$

2.3.10.2. Abdel-Kader ve Dugdale'nin yöntemi

Abdel-Kader ve Dugdale'a göre bir bulanık sayı üç kısma ayrılır: Birincisi tam üyelikler, ikincisi sağ taraftaki kısmi üyelikler ve üçüncüsü sol taraftaki kısmi üyelikler. Kullanılan sıralama yöntemleri bulanık sayılarda sol taraftaki ya da her iki taraftaki üyelikleri yansıtmaktadır. Abdel-Kader ve Dugdale sıralama yönteminde bulanık sayıların tüm kısımlarını yansıtan bir sıralama önermişlerdir. Sıralama

yönteminde değerleri sıralamak için iyimserlik endeksi $\alpha \in [0,1]$ kullanılmaktadır(Abdel-Kader-Dugdale, 2001:474).

Abdel-Kader ve Dugdale'nin sıralama yöntemi için aşağıdaki formül kullanılmaktadır:

$\tilde{A}_1=(a_1,b_1,c_1)$, $\tilde{A}_2=(a_2,b_2,c_2)$, $\tilde{A}_3=(a_3,b_3,c_3)$, bulanık sayıları için;

$S=(a_1,b_1,c_1,a_2,b_2,c_2,a_3,b_3,c_3)$

ve $V(\tilde{A}_k)$ ise $\tilde{A}_k$ 'nin değeri olsun

$$V(\tilde{A}_k=(b_k))\left\{(\alpha)\left[\frac{c_k-x_{min}}{x_{max}-x_{min}+c_k-b_k}\right]+(1-\alpha)\left[1-\frac{x_{max}-a_k}{x_{max}-x_{min}+b_k-a_k}\right]\right\} \quad (2.40)$$

$$x_{min} = \inf S$$

$$x_{max} = \sup S$$

2.3.10.3. Kareli ortalama yöntemi

Kareli ortalama yöntemi sıfır ya da negatif sayıların bulunduğu durumlarda kullanılmaktadır. Sıfır yada negatif sayının sıralamayı etkilemesi için sayının karesi alınıp daha sonra karekökü alınmaktadır(Şengül, Eren, Shiraz, 2012:154).

Bu yöntemde $(\tilde{A}_k)=(l,m,u)$ üçgen bulanık sayı için aşağıdaki formül ile hesaplanmakta ve $\tilde{A}_k$ değerleri sıralanmaktadır(Göksu, 2008:17).

$$K(A_k)=\sqrt{\frac{l^2+u^2+m^2}{3}} \quad (2.41)$$

2.3.11. Bulanık sayılarda durulaştırma

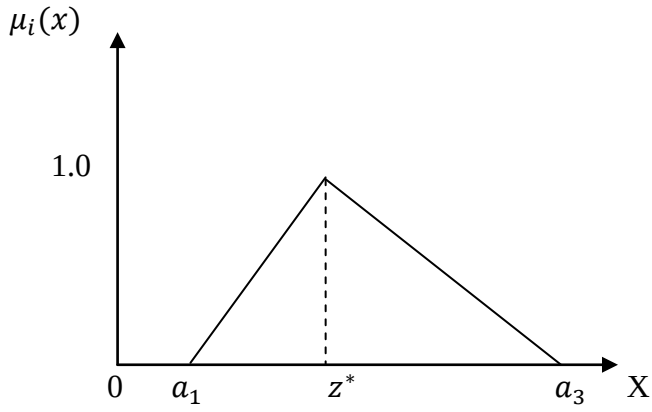
Bulanık sistemlerin ilişkili olduğu modellemeler ile uyumunun sağlanabilmesi için durulaştırma işlemi yapılmaktadır. Durulaştırma, bulanık bir küme ve bulanık bir sayının temsil ettiği klasik sayısal bir değer ile gösterilmesi işlemidir. Belirsizlik ve bulanıklık durumlarında bilgilerin bulanık olarak ifade edilmesi ile modellemeler ve çözümlemeler yapıldıktan sonra pratik uygulamalarda kesin sayılara ihtiyaç duyulmaktadır. Bulanık olarak ifade edilmiş veya verilmiş bilgilerden yararlanarak cevaplar verilmesi için bulanık bilgilerin durulaştırılması gereklidir. Bulanık değişken, küme ve sayıların ve bunların bulanık olarak ortaya çıkabilecek bulanık çıkarımlarının kesin sayılar haline dönüştürülmesine durulaştırma (defuzzification) işlemi adı verilmektedir. Durulaştırma bulanıklaştırma işleminin tam tersi olup birleşim, kesişim, α kesim kümesi gibi bulanık küme işlemleri ile elde edilen bulanık çıkarım kümelerinden tek sayı elde edecek şekilde yapılan işlemlerdir(Şen, 2001:115-116).

Durulaştırma işlemi için çok çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Durulaştırma işlemi için en çok kullanılan yöntemlerden bazıları aşağıda açıklanmıştır.

2.3.11.1. Maksimum üyelik yöntemi

Diğer adı yükseklik yöntemi olan bu yöntemde göre durulaştırma değeri z^* durulaştırılmış değerini, x bulanık kümenin elemanlarını, $\mu(x)$ üyelik fonksiyonunu göstermek üzere en büyük üyelik değerine sahip eleman bulunmaktadır;

$$\mu(z^*) \geq \mu(x) , \quad \forall x \in \mu(x) \quad (2.42)$$

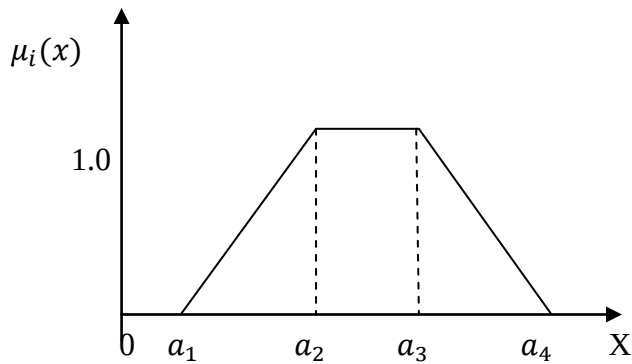


Şekil 2.17. Maksimum Üyelik Yöntemi

2.3.11.2. Ortalama maksimum üyelik yöntemi

Ortalama maksimum üyelik yöntemi maksimumların ortalaması olarak da adlandırılır. Maksimum üyelik değerine sahip birden fazla eleman olması durumunda kullanılmaktadır. En yüksek değer şekil 2.18.'de olduğu gibi düz bir çizgi şekilde değil birden çok tepe şeklinde de olabilir. Bu durumda en yüksek tepe değerlerinin ortalaması alınacaktır.

$$z^* = \frac{a_1 + a_3}{2} \quad (2.43)$$



Şekil 2.18. Ortalama Maksimum Üyelik Yöntemi

2.3.11.3. En büyük ilk veya son üyelik derecesi yöntemi

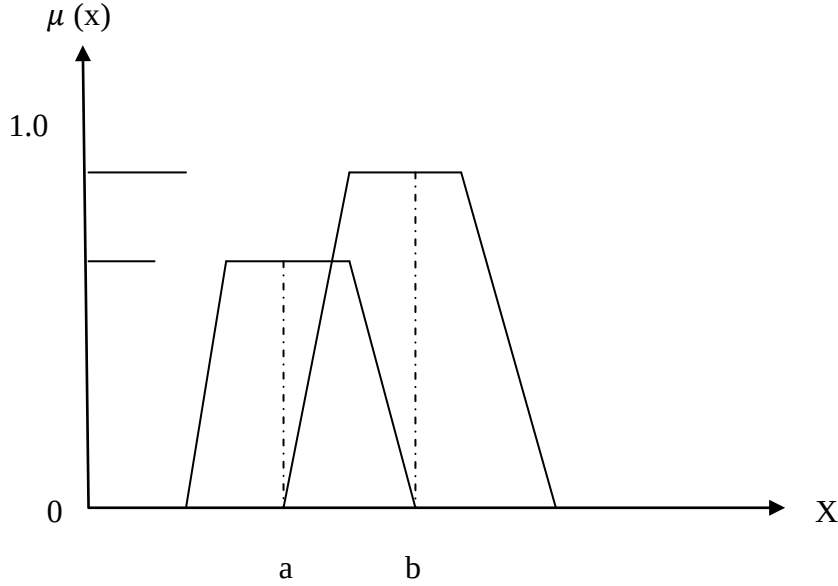
Bu yöntemde bulanık kümenin en yüksek üyelik derecesine sahip değerlerden en küçüğünün veya en yüksek üyelik değerine sahip en büyüğünün seçimi ile durulaştırma işlemi yapılmaktadır.

2.3.11.4. Ağırlıklı ortalama yöntemi

Bu yöntemin uygulanabilmesi için simetrik üyelik fonksiyonunun bulunması gereklidir. Yöntem matematiksel olarak aşağıdaki şekilde yapılır;

$\tilde{z}$ küme elamanlarının sahip oldukları üyelik değerlerini, $\sum \tilde{u}_\zeta$ üyelik çıktıklarının matematiksel toplamlarını göstermek üzere,

$$z^* = \frac{\sum \tilde{u}_\zeta(a) \cdot \tilde{z}}{\sum \tilde{u}_\zeta(\tilde{z})} \text{şeklinde hesaplanır.}$$



Şekil 2.19. Ağırlıklı Ortalama Yöntemi

$$z^* = \frac{a(0,6) + b(0,9)}{0,6 + 0,9} \quad (2.44)$$

2.3.11.5. Ağırlık merkezi yöntemi

Ağırlık merkezi yönteminde bulanık sayıların durulaştırılması işleminde integral işlemi yapılmaktadır. Durulaştırma işlemi yöntemde aşağıda verilen formül ile yapılmaktadır;

$$Z^* = \frac{\int_a^b x \mu(x) dx}{\int_a^b \mu(x) dx} \quad (2.45)$$

2.3.11.6. Yager sıralama yöntemi

Bu yöntemde durulaştırma işleminde α kesim noktaları kullanılmaktadır. Yager tarafından (1981) bulanık sayıların sıralanması merkezinin bulunması için bir sıralama indeksi oluşturulmuştur. Yöntem matematiksel olarak aşağıdaki gibi ifade edilir;

$$\alpha\text{-kesim aralığı } [x_\alpha^{\min}, x_\alpha^{\max}]$$

$$x_\alpha^{\min} = \inf \{ x \in \mathbb{R} \mid \mu_{\tilde{x}}(x) \geq \alpha \}$$

$$x_\alpha^{\max} = \sup \{ x \in \mathbb{R} \mid \mu_{\tilde{x}}(x) \geq \alpha \}$$

$$Z^* = \frac{1}{2} \int_0^1 (x_\alpha^{\min} + x_\alpha^{\max}) d\alpha \quad (2.46)$$

2.3.11.7. Kwong ve Bai Yöntemi

Kwong ve Bai 2003 yılındaki çalışmalarında üçgen bulanık sayıların aşağıdaki formül kullanarak durulaştırmışlardır(Kwong ve Bai, 2003: 622).

Üçgen bir bulanık sayı $M = (l, m, u)$ olarak verildiğinde durulaştırma işlemi için kullanılan formül aşağıdaki gibidir;

$$M_d = \frac{l+4.m+u}{6} \quad (2.47)$$

2.3.11.8. Cheng, Chen ve Chen Yöntemi

Cheng vd. üçgen bulanık sayıları yaptıkları çalışmada aşağıdaki formül ile durulaştırmışlardır(Cheng vd. 2008:136).

$$M_d = \frac{(U-L)+(M-L)}{3} + L \quad (2.48)$$

2.4. Bulanık Mantık Yaklaşımının Avantaj ve Dezavantajları

Bulanık mantık tartışmaları içinde bu yaklaşımının avantaj ve dezavantajları görülebilir. Zadeh'in geliştirmiş olduğu bulanık mantık hakkında çeşitli eleştiriler yapılmaktadır. Bazı düşünürler olasılık teorisinin her türlü belirsizlik için kullanılabileceğini ileri sürerler. Bunun karşısında bulanık mantığın olasılık teorisinde farklı olarak sayısal olmayan analizlerde kullanıldığı ileri sürülmektedir.

Bulanık mantığın ileri sürülmesi ve kullanılmasının temel nedenlerinden birisi belirsizlik ve olasılık arasında farklılık olmasıdır. Zadeh, bulanık mantığa yöneltilen eleştirilere "Bilgisayarlar henüz insan gibi düşünmüyorlar ve biz de sözcüklerle hesap yapmıyoruz; ama bu amaçları gerçekleştirmeye öncekilerden daha yakınız" şeklinde cevap vermiştir(Ahmad, 2004:77).

Bulanık mantığın önceleri mühendislik alanında başarı ile uygulandığı, daha sonra uygulama alanı genişleyerek sosyal bilimlerde de başarıyla uygulandığı görülmektedir. Bulanık mantık, problemlerin çözümünde yeni bir yaklaşımı, yeni bir düşünüş tarzını göstermektedir. Bulanık mantık, bulanıklığın mantık çerçevesinde ele alınışıdır. Bulanık mantığın temelden ileri sürdüğü düşünce olasılık teorisinin belirsizliği tüm bakımlardan karşılayamadığıdır. Bulanık mantık ve olasılık birbiriyle ilişkili ve tamamlayıcı olabilen ama iki farklı kavram olarak ifade edilirler. "Bulanıklık bir olayın olma derecesini ölçer, olasılıktaki gibi olayın olup olmadığını ölçmez. Olasılık, olay sınıfının klasik tanımlandığını, tersinmezlik yasalarını ($A \cap \bar{A} = \emptyset$) ve üçüncünün olmazlığını ($A \cup \bar{A} = I$) farz eder. Bulanıklık bu yasalar bozulduğunda çıkar"(Ahmad, 2004:78).

Yaklaşık değerler ile örneğin, siyah ve beyaz arasında grinin tonlarını ifade ederek karar verme sürecinde bu bilgileri kullanmamızı sağlayan bulanık mantık çok çeşitli alanlarda uygulama alanı bulmaktadır. Bulanık mantığın bu esnek ve alternatif çözümleme yaklaşımı geniş bir uygulama alanı açmaktadır. Bulanık mantığın önemli nitelikleri ve özellikleri aşağıdaki şekilde ifade edilebilir;

- Bulanık mantık kesin bilgi ve veriler yerine belirsiz bilgi ve verilere dayanarak yaklaşık karar vermeyi sağlamaktadır(Zadeh, 1989: 89).
- Bulanık mantıkta kullanılan bilgiler dilsel ifadeler şeklindedir(Elmas, 2003:26).
- Bulanık mantık matematiksel olarak ifade edilmesi ve modellenmesi zor olan karmaşık problemlerin çözümlenmesinde etkilidir(Elmas, 2003:26).
- Bulanık mantık eksik ve tam olarak bilinmeyen verilerle işlem yapma yeteneğine sahiptir(Elmas, 2003:26).
- Bulanık mantık insan düşüncesine ve ilişkilerine yakın ve matematiksel modellemelere göre anlaşılması daha kolaydır(Jang ve Gulley, 1995:5).
- Bulanık mantık ikili mantığı da içine alan daha geniş kapsamlı bir düşünme ve modelleme biçimidir.
- Bulanık mantıkta her ifade $[0,1]$ arasında belirli bir derece ile ifade edilmektedir(Zadeh, 1965: 338).
- Bulanık mantık esnektir(Jang ve Gulley, 1995:5).
- Bulanık mantık uzmanların deneyimlerini işlem sürecine katılmasına imkân sağlar(Jang ve Gulley, 1995:5).
- Bulanık mantık uygulamada karmaşık sistemlerin aksine detay ve zorluklara girilmesini önlemektedir(Jang ve Gulley, 1995:6).
- Bulanık mantık pek çok karar verme yöntemi ile birlikte kullanılarak bütünsel karar yöntemleri ile hızlı ve kolay karar verme imkânı sağlamaktadır.

Bulanık mantığın bu avantajların yanı sıra dezavantajları aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Bulanık mantık dilsel değişkenlerden yola çıkarak belirsizliklerin hesaplamak amacı taşır. Bulanık mantık bu nedenle uygulamalarında mutlaka uzman deneyimlerine ihtiyaç duyarlar. Üyelik fonksiyonları ve bulanık mantık kuralları uzman bilgisi gerektirmektedir.
- Bulanık mantık sistemlerinin analizinin yapılmasında gözlem ve denetleneme için kesin yöntemlerin olmayışı bulanık mantığı eksikliğidir.
- Bulanık mantığın standart biçimlerinin olmaması ve standartlaşmış ölçü birimlerine sahip olmaması diğer bir dezavantajı oluşturmaktadır.
- Üyelik fonksiyonu seçiminde ve belirlemede belli bir kuralın olmaması bulanık mantık için bir dezavantaj oluşturmaktadır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BULANIK ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME

BULANIK AHP VE BULANIK TOPSIS

Çok kriterli karar verme problemleri; birçok alternatifin, işin, adayın seçilmesine ihtiyaç duyulduğu veya çok sayıda kriterin etkilerinin incelenmesi gerektiğinde söz konusu olur. Çok Kriterli Karar Verme yöntemleri böyle durumlarda, sınıflandırma, karşılaştırmalar yapma ve karar vermeyi sağlamaktadır. Bulanıklık ve belirsizlik içeren çok kriterli karar problemlerinde kesin olarak ifade edilebilen veriler yanında kesin olmayan ve belirsiz verilerin de dikkate alınması gerekmektedir. Bulanık küme teorisi ve bulanık çok kriterli karar verme yöntemleri kesin olarak ifade edilemeyen bulanık nitelikteki veriler içeren problemlerin çözümünde kullanılmaktadır.

ÇKKV yöntemleri ile bulanık mantık birlikte kullanılarak bulanık ortamlarda karar verme sağlanabilmektedir. Çalışmada AHP ve TOPSIS yöntemleri karar probleminin bulanık yapısı nedeniyle bulanık mantık ile birlikte kullanılarak ele alınmış ve uygulanmıştır. Bulanık çok kriterli karar verme yöntemlerden Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemlerinin mühendislik ve uygulamalarında, sosyal bilimler alanındaki pek çok problemin çözümünün yanı sıra son yıllarda finans alanında da uygulandığı görülmektedir.

Bulanık ÇKKV yöntemleri bireysel ve grup kararı vermede kullanılabilmektedir. Karar sürecinde öncelikle karar probleminin doğru bir şekilde tanımlanarak problemin ortaya konması ve çözüm için uygun karar verme yönteminin belirlenmesi ve model oluşturulması gereklidir. Bulanık ÇKKV yöntemleri çok sayıda ve birbirileri ile çelişen karar kriterlerini birlikte dikkate alarak alternatifler arasından seçim yapmayı sağlayan yöntemlerdir. Bulanık ÇKKV sürecinde kriterlerin belirlenmesi, önem ağırlıklarının belirlenmesi çözüm için

önemli aşamalardır. Karar kriterlerinin önem ağırlıklarının belirlenmesinden sonra öncelikli alternatiflerin seçimi ve sıralanması yapılmaktadır.

3.1. Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci

AHP karar problemlerinin çözümünde yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Kesin değerlerin kullanıldığı AHP'den farklı olarak Bulanık AHP'de kriter değerlendirmeleri ve kıyaslamalar bir sayı aralığında yapılır. Diğer bir ifade ile bu yöntemde bulanık mantık ve bulanık sayılar kullanılmaktadır. Klasik AHP bütün avantajlarına ve uzman kişilerin kararlarını karar sürecine katmasına rağmen insani düşünce tarzını yansıtmada konusunda yeterli olmadığı için eleştirilmiştir(Kahraman vd. 2003:386). Klasik AHP belirsizlik ve bulanık durumların incelenmesinde yetersiz kaldığı düşüncesi ile eleştirilmiştir(Ertuğrul ve Karakaşoğlu, 2010:25). Bu nedenle belirsizlikleri karar sürecine katabilmek için dilsel değişkenlerin karar sürecine dahil edilmesi gereklidir. Bulanık AHP klasik AHP'nin bu eksikliğini gidermek amacıyla ortaya atılmıştır. Günlük hayatta ve iş hayatındaki karar problemlerinin belirsizlikler içerdiği dikkate alındığında Bulanık AHP AHP'ye göre daha güvenilir sonuçlar verecektir. "İlk Bulanık AHP çalışması, üçgen üyelik fonksiyonlarıyla tanımlanmış bulanık oranları karşılaştıran Van Laarhoven ve Pedrycz (1983) tarafından yapılmıştır. Daha sonra Buckley (1985) yamuk üyelik fonksiyonu ile çalışma yapmıştır"(Öztürk, Ertuğrul ve Karakaşoğlu 2008:789).

3.1.1. Bulanık AHP yöntemleri

Karar problemlerinde kesin veriler elde etmek mümkün olmadığı ve elde edilen verinin kesin bir şekilde ifade edilemediği durumlarla karşılaşılabilir. Kesin olarak belirlenemeyen bulanık bilgilerin kullanılmasında bulanık kümelerden faydalanılmaktadır. Bulanık AHP hem nicel hem de nitel kriterleri karar modelleri içinde ele alıp çözümlemeye imkân sağlamaktadır.

Bir reel sayının bulanık kümeye ait olma derecesini belirlemek ve göstermek amacıyla üçgen, yamuk Sigmoid, Gauss(Çan Eğrisi), S-şekilli, Z-şekilli gibi farklı üyelik fonksiyonlarının kullanıldığı görülmektedir. Bulanık sayılar belirsizlik içeren durumların sayısal olarak ifade edilmesi için kullanılmaktadır. Bu açıdan bulanık

sayıların birbirleri ile kıyaslanabilmesi ve sıralanabilmesi önemlidir. “Bulanık sayıların sıralanması yada derecelendirilmesi bulanık optimizasyon ve bulanık karar verme yöntemlerindeki temel problemidir”(Kaptanoğlu ve Özok, 2006:198). Bulanık AHP yaklaşımları içinde en çok kabul gören ve kullanılan yaklaşım Chang’ın boyut yaklaşımı olarak da bilinen yapay mertebелеme analizidir(Şen ve Cenkçi, 2009:6).

3.1.1.1. Van Laarhoven ve Pedrycz Yaklaşımı

Van Laarhoven-Pedrycz 1983 yılında geliştirdikleri bulanık AHP yönteminde üçgen bulanık sayılar kullanılmışlardır. Bu yaklaşımda bulanık ağırlıkların ve bulanık performans skorlarının bulunmasında Lootsma’nın logaritmik en küçük kareler yöntemi kullanılır. Yöntem doğrusal denklemlerde her zaman çözüm vermemesi küçük problemler için bile çok fazla hesaplama gerektirmesi ve sadece üçgen bulanık sayıların kullanılması nedeniyle eleştirilmiştir(Büyükozan vd, 2004:262).

3.1.1.2. Cheng’in Yaklaşımı

Cheng, deniz taktik füzelerini değerlendirmek üzere Shannon Entropisinden yararlanarak 1996 yılında bir yöntem geliştirmiştir. Yöntemin adımları aşağıdaki şekildedir; (Cheng, 1997:343-350).

Adım 1: Problemin yapısına uygun bir hiyerarşik yapı oluşturulur.

Adım 2: Alternatiflerin değerlendirmeleri karar vericilerce üyelik fonksiyonundan yararlanarak bulanık sayılarla ifade edilir.

Adım 3: Kriterlerin öncelik değerlerini belirlemek için Bulanık AHP’den yararlanılarak entropi değerleri elde edilir. Bulunan entropi değerlerinden yararlanılarak karar verilir.

Entropi sistemdeki belirsizliğin olasılık olarak ifade edilmesidir. Bir sistemdeki belirsizliği ölçmek için üç önemli prensip bulunmaktadır. Entropiyi ölçmede belirsizlik üç adet α kesim noktası kullanılmaktadır. Bunlar büyük belirsizlik, en düşük belirsizlik ve bilginin korunumuna yönelik olan değişmez

belirsizliktir. Belirsizlik ele alınan problemin yapısına bağlı olarak seçilmektedir. Bu yöntemde entropi olasılık dağılımı bilindiği zaman kullanılır. Yöntem olasılık ve olabilirlik ölçülerine dayanmaktadır(Büyüközkan vd., 2004:262).

3.1.1.3. Buckley Yaklaşımı

Buckley yaklaşımı 1985 yılında geliştirilen yamuk bulanık sayıların kullanıldığı bir bulanık AHP yaklaşımıdır. Buckley yaklaşımı kriterlerin görece ağırlık değerlerinin hesaplanmasında çeşitli yöntemlerle entegre olarak kullanılabilen bir yaklaşımdır. Yöntem çok fazla hesaplama gerektirmektedir(Büyüközkan vd., 2004:262). Yöntemin çözüm adımlarını aşağıdaki şekilde göstermek mümkündür(Göksu, 2008:36-38).

Adım 1: Bulanık sayılar kullanılarak karar vericilerce ikili karşılaştırmalar yoluyla kriter önem ağırlıklarının tespiti amacıyla ikili karşılaştırmalar matrisinin oluşturulması.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{1j} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

Adım 2: İkili karşılaştırma matrisindeki her sıra için geometrik ortalama kullanılarak bulanık ağırlık vektörü hesaplanır. Her satırın geometrik ortalaması aşağıdaki formül yardımıyla bulunur;

$$z_i = (\prod_{j=1}^n a_{ij})^{1/n} \quad (3.1)$$

Geometrik ortalamanın bulunmasından sonra w_i ağırlık vektörü ise aşağıdaki şekilde bulunur;

$$w_i = \frac{z_i}{z_1 + \dots + z_n}, \quad (3.2)$$

Adım 3: Bulanık görece ağırlıklar ve bulanık performans puanları birleştirilerek bulanık fayda elde edilir;

$$U_i = \sum_{j=1}^n w_i r_{ij} \quad (3.3)$$

3.1.1.4. Chang'in Genişletilmiş Bulanık AHP yöntemi

Bulanık AHP konusunda ilk çalışmanın üçgen bulanık sayılarla Van Laarhoven ve Pedrytcz tarafından 1983 yılında yapılmasından sonra Buckley yamuk bulanık sayılarla, Chang 1996 yılında üçgen bulanık sayılarla ikili karşılaştırmaların yapay mertebe değerleri için genişletilmiş mertebe analizi yöntemini kullanmıştır. Geliştirilen AHP modelleri ve uygulamaları Satty'nin AHP'nin değişik şekilleri olarak ortaya çıkmıştır(Kaptanoğlu ve Özok 2006:199).

Chang'in 1996 yılında ileri sürmüş olduğu genişletilmiş bulanık AHP yöntemi uygulamada en çok kullanılan bulanık AHP yöntemlerinden birisidir. Yöntem matematiksel olarak çok hesaplama gerektirmemesi ve klasik AHP adımlarının uygulanması nedeniyle tercih edilen bir yöntemdir.

$X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$ bir kriter kümesi ve $u = \{u_1, u_2, u_3, \dots, u_n\}$ bir amaç kümesi olarak Chang'in yönteminde her bir kriter alınır ve her bir amaç için mertebe analizi uygulaması gerçekleştirilir. Diğer bir ifade ile her bir ölçüte göre her bir amaç için sentetik değerler elde edilir. Bu şekilde her bir kriter için m tane, kriter sayısı kadar sentetik değer elde edilir. Bu değerler aşağıdaki gibi gösterilir.

$$M_{gi}^1, M_{gi}^2, \dots, M_{gi}^m \quad i=1,2,\dots,n \quad (3.4)$$

Burada M_{gi}^j ($j=1,2,\dots,m$) üçgen bulanık sayıdır.

Chang'in mertebe analizinin uygulama aşamaları aşağıdaki gibi gösterilebilir:

Adım 1: i. eleman bakımından bulanık sentetik derecenin değeri aşağıdaki şekilde ifade edilir:

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \times [\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j]^{-1} \quad (3.5)$$

$\sum_{j=1}^m M_{gi}^j$ ifadesini bulmak için m adet mertebe analizi değerine aşağıdaki bulanık toplama işlemi uygulanır.

$$\sum_{j=1}^m M_{gi}^j = (\sum_{j=1}^m l_j \sum_{j=1}^m m_j \sum_{j=1}^m u_j) \quad (3.6)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j = (\sum_{i=1}^n l_i \sum_{i=1}^n m_i \sum_{i=1}^n u_i) \quad (3.7)$$

Daha sonra vektörün tersi şu şekilde elde edilir:

$$[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right) \quad (3.8)$$

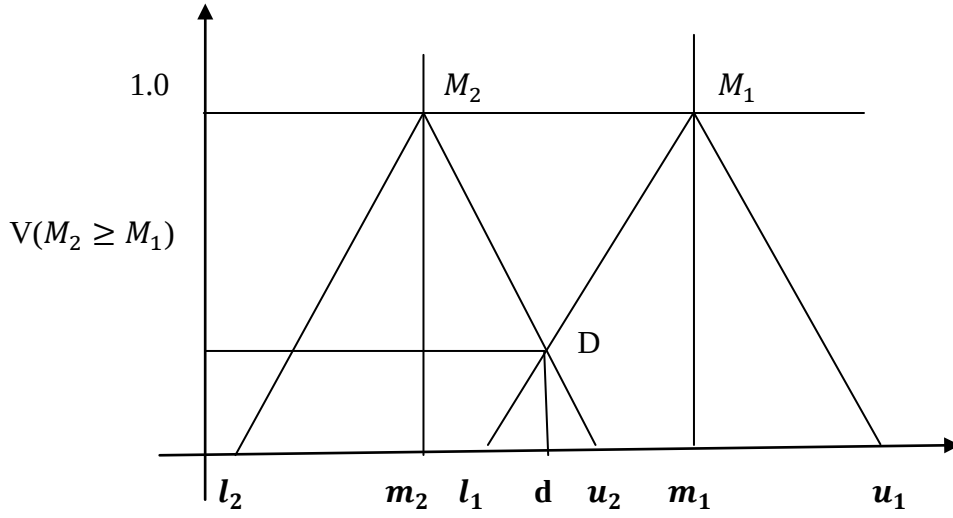
Adım 2: $M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ in olabilirlik derecesi şu şekilde tanımlanır:

$$V(M_2 \geq M_1) = \sup_{y \geq x} [\min \mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y)] \quad (3.9)$$

Bu ifade denk olarak aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$V(M_2 \geq M_1) = \text{hgt}(M_1 \cap M_2) = \mu_{M_2}(d) \begin{cases} 1 & \text{eğer } m_2 \geq m_1 \\ 0 & \text{eğer } l_1 \geq u_2 \\ \frac{(l_1 - u_2)}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & \text{diğer} \end{cases} \quad (3.10)$$

$V(M_2 \geq M_1)$ 'i d, μ_{M_1} ve μ_{M_2} arasındaki en yüksek kesişim noktası D'nin koordinatını ifade eder ve bu nokta aşağıdaki şekilde gösterilir.



Şekil 3.1. M_1 ve M_2 Arasındaki Kesişim Noktası

Kaynak: Chang Da-Yong (1996), “Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP”, European Journal of Operational Research, p. 651.

M_1 ve M_2 ‘yi karşılaştırabilmek için $V(M_2 \geq M_1)$ ve $V(M_1 \geq M_2)$ değerlerinin ikisinin bilinmesine ihtiyaç vardır.

Adım 3: Konveks bir bulanık sayının k adet konveks bulanık sayıdan M_i ($i= 1,2, ..k$) daha büyük olma derecesi diğer bir ifade ile olabilirlik derecesi aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\begin{aligned} V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) &= V[(M \geq M_1), \dots, (M \geq M_k)] \\ &= \min V(M \geq M_i) \quad , i=1,2,\dots,m \end{aligned} \quad (3.11)$$

$k=1,2,\dots,n$; $k \neq j$ için $d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k)$ olmak üzere ağırlık vektörü şu şekilde olur;

$$W' = (d'(A_1), \dots, d'(A_n))^T \quad (3.12)$$

Bulunan ağırlık vektörünün normalize edilmiş şekli aşağıda yer almaktadır. Formül (4.12)’de verilmiş olan ağırlık vektörünün normalize edilmiş şeklidir. Bulunan ağırlık vektörü bulanık bir sayı değildir.

$$W=(d(d(A_1),\dots\dots d(A_n))^T \quad (3.13)$$

3.2. Bulanık TOPSIS Yöntemi

Bulanık nitelikteki durum ve olaylarda TOPSIS yönteminin kullanılması halinde, insan yargı ve düşüncelerini çözüme yansıtmak mümkün olmamaktadır. Bu nedenle bulanık değerlendirme niteliğindeki insan düşünce ve değerlendirmelerini çözüm sürecine katabilmek ve daha gerçekçi değerlendirmeler yapabilmek için dilsel değişkenlerin kullanılması halinde bulanık karar verme yöntemlerini kullanmak gerekmektedir. Bulanık çok kriterli karar verme yöntemlerinden bulanık TOPSIS karar problemlerine etki eden nicel ve nitel değişkenlerin çözüm sürecine katılmasını sağlayarak bulanık ortamlarda karar verilebilmesine imkân vermektedir.

Bulanık TOPSIS yöntemi, bireysel ve grup kararı vermeye uygun bir karar verme yöntemidir. Karar verme problemine etki eden kriterler çözümde farklı etki derecelerine sahiptir. Yöntemin uygulanması sırasında karar vericiler, karar kriterleri ve alternatiflerle ilgili değerlendirmelerini dilsel olarak ifade ederler. Karar vericilerin kriterlerin önem derecelerini sayısal değerler yerine, sözel yani dilsel ifadelerle belirtmeleri daha gerçekçi bir yaklaşımdır. Daha sonra karar vericilerin kriterler ve alternatiflerle ilgili değerlendirmeleri, bulanık sayılara dönüştürülerek alternatifler için yakınlık katsayısı hesaplanır. Hesaplanan yakınlık katsayıları yardımıyla alternatifler sıralanarak çözüm ortaya konur. Çalışmada Chen(2000) tarafından geliştirilen bulanık TOPSIS yöntemi uygulanacaktır(Chen, 2000: 3-6).

Bulanık TOPSIS yöntemi, bireysel ve grup kararı verilmesi için uygun bir yöntemdir. Grup kararı birden çok sayıda kişinin karar verici olması durumunda söz konusudur. Grup kararı söz konusu olduğunda grup içindeki tüm karar vericilerin kararları birleştirilerek çözüm gerçekleştirilir.

3.2.1. Vertex metodu

Klasik ve bulanık TOPSIS yönteminin esası, çözüm pozitif ve negatif ideal çözüm noktalarının uzaklıklarının hesaplanmasına dayanmaktadır. İki bulanık

sayının birbirine olan uzaklığını hesaplamak için Vertex metodu kullanılmaktadır. Vertex metodu bulanık sayıların fonksiyonuna göre üçgen ya da yamuk bulanık sayılar için uygulanabilir.

$\tilde{A}=(m_1, m_2, m_3)$ ve $\tilde{B}=(n_1, n_2, n_3)$ iki üçgen bulanık sayı olmak üzere $\tilde{A}$ ve $\tilde{B}$ bulanık sayılarının birbirine olan uzaklığını bulabilmek için aşağıdaki formül kullanılmaktadır;

$$d(\tilde{A}, \tilde{B}) = \sqrt{\frac{1}{3} [(m_1 - n_1)^2 + (m_2 - n_2)^2 + (m_3 - n_3)^2]} \quad (3.14)$$

Vertex metodunun özellikleri aşağıdaki şekilde gösterilebilir. Vertex metodu Öklid uzaklığına eşittir ve kolaylıkla uygulanabilen bir yöntemdir (Chen, 2000:3-4).

Özellik 1. $\tilde{m}$ ve $\tilde{n}$ reel sayılar ise $d(\tilde{A}, \tilde{B})$ uzaklığı Öklid uzaklığına eşittir. $\tilde{m}=(m_1, m_2, m_3)$ ve $\tilde{n}=(n_1, n_2, n_3)$ iki reel sayı olmak üzere $m_1 = m_2 = m_3$ ve $n_1 = n_2 = n_3$ dir.

$D(\tilde{m}, \tilde{n})$ arasındaki uzaklık aşağıdaki şekilde bulunur.

$$\begin{aligned} d(\tilde{n}, \tilde{m}) &= \sqrt{\frac{1}{3} [(m_1 - n_1)^2 + (m_2 - n_2)^2 + (m_3 - n_3)^2]} \\ &= \sqrt{\frac{1}{3} [(m - n)^2 + (m - n)^2 + (m - n)^2]} \\ &= \sqrt{[(m - n)^2]} \\ &= |m - n| \end{aligned} \quad (3.15)$$

Özellik 2. $\tilde{A}$ ve $\tilde{B}$ gibi iki bulanık $d(\tilde{A}, \tilde{B})=0$ olduğunda birbirine eşittir.

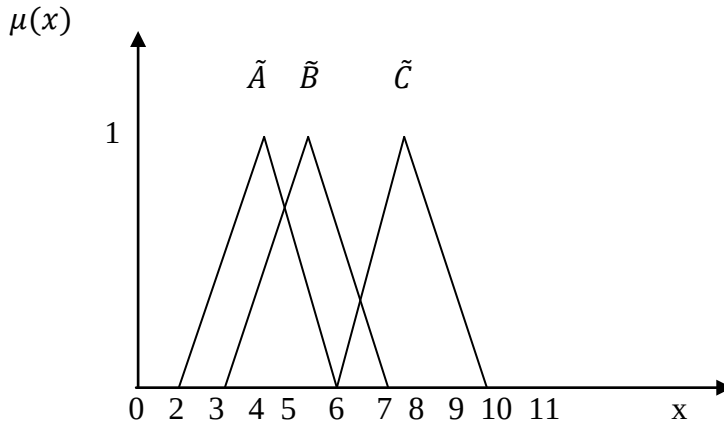
$$d(\tilde{A}, \tilde{B}) = \sqrt{\frac{1}{3} [(m_1 - n_1)^2 + (m_2 - n_2)^2 + (m_3 - n_3)^2]}$$

$$= \sqrt{\frac{1}{3} [(0)^2 + (0)^2 + (0)^2]} = 0 \quad (3.16)$$

Özellik 3. $\tilde{A}$, $\tilde{B}$ ve $\tilde{C}$ bulanık sayılar olmak üzere $d(\tilde{A}, \tilde{B}) < d(\tilde{A}, \tilde{C})$ olması durumunda $\tilde{B}$ bulanık sayısı $\tilde{A}$ bulanık sayısına $\tilde{C}$ bulanık sayısından daha yakındır. Örneğin $\tilde{A}=(2, 4, 6)$, $\tilde{B}=(3, 5, 7)$ ve $\tilde{C} = (6, 8, 10)$ olmak üzere aşağıdaki şekilde gösterildiği gibi $\tilde{B}$ bulanık sayısı $\tilde{A}$ bulanık sayısına $\tilde{C}$ bulanık sayısından daha yakındır.

$$d(\tilde{A}, \tilde{B}) = \sqrt{\frac{1}{3} [(2-3)^2 + (4-5)^2 + (6-7)^2]} = \sqrt{1}$$

$$d(\tilde{A}, \tilde{C}) = \sqrt{\frac{1}{3} [(2-6)^2 + (4-8)^2 + (6-10)^2]} = 4$$



Şekil 3.2. Üç Üçgen Bulanık Sayının Uzaklıkları

Kaynak: Chen Tung Chen(2000), “Extensions Of The TOPSIS For Group Decision-Making Under Fuzzy Environment”, Fuzzy Sets and Systems 114, ss.4.

Özellik 4. $\tilde{O}=(0,0,0)$ orjin noktasını göstermek üzere eğer $d(\tilde{A}, \tilde{O}) < d(\tilde{B}, \tilde{O})$ ise $\tilde{A}$ bulanık sayısı orjine $\tilde{B}$ bulanık sayısına göre daha yakındır.

3.2.2. Chen’in Bulanık TOPSIS yöntemi

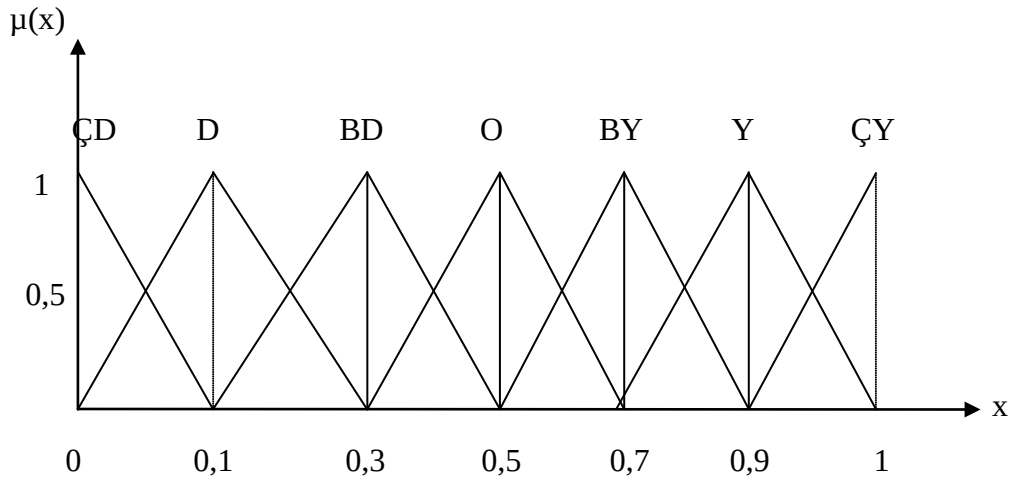
Chen’in yöntemi bir kişi veya grup kararı oluşturulurken uygulanabilen bir yöntemdir. Yöntemin uygulanmasında ilk adım daha önceden yapılan çalışmalar

neticesinde belirlenen kriterlerin karar vericilerin değerlendirmesi ile karar matrisinin oluşturulmasıdır. Kriterlerin önem ağırlıklarının belirlenmesinde Chen tarafından önerilen ve karar vericilerce kullanılan dilsel değerlendirmeler ve bulanık sayı olarak ifadeleri aşağıdaki tablodaki gibidir.

Tablo 3.1. Kriterler İçin Grel nem Ağırlıklarını Gösteren Değişkenler ve gen Bulanık Sayı Olarak İfadeleri.

Sözel Değişken	gen Bulanık Sayı
Çok Düşük (D)	(0, 0, 0.1)
Düşük (D)	(0, 0.1, 0.3)
Biraz Düşük (BD)	(0.1, 0.3, 0.5)
Orta (O)	(0.3, 0.5, 0.7)
Biraz Yüksek (BY)	(0.5, 0.7, 0.9)
Yüksek (Y)	(0.7, 0.9, 1.0)
Çok Yüksek (Y)	(0.9, 1.0, 1.0)

Kaynak: Chen, Tung Cheng (2000), “Extensions Of The TOPSIS For Group Decision-Making Under Fuzzy Environment”, Fuzzy Sets and Systems 114 , s. 5.



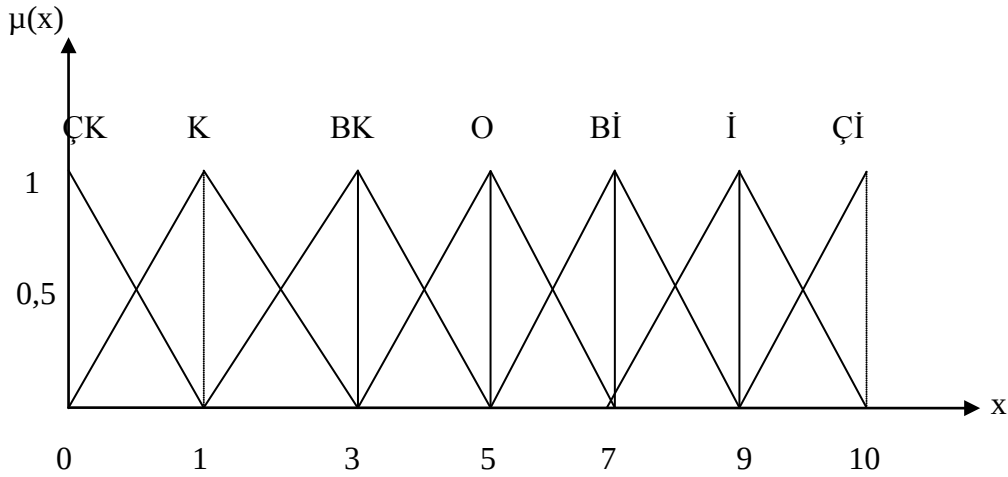
şekil 3.3. Kriterler İçin nem Ağırlıklarını Gösteren gen Bulanık Sayılar

Chen tarafından önerilen ve karar vericilerin alternatifleri değerlendirmek İçin kullandıkları dilsel değerlendirmeler ve bulanık sayı karşılıkları aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 3.2. Alternatiflerin Değerlendirilmesi İçin Kullanılan Sözel Değişkenler ve Üçgen Bulanık Sayı Olarak İfadeleri

Sözel Değişken	Üçgen Bulanık Sayı
Çok Kötü (ÇK)	(0, 0,1)
Kötü (K)	(0, 1,,3)
Biraz Kötü (BK)	(1,,3,5)
Orta (O)	(3,,5,7)
Biraz İyi (Bİ)	(5,7,9)
İyi (İ)	(7, 9, 10)
Çok İyi (Çİ)	(9, 10,10)

Kaynak: Chen, Tung Cheng (2000), “Extensions Of The TOPSIS For Group Decision-Making Under Fuzzy Environment”, Fuzzy Sets and Systems 114, s. 5.



Şekil 3.4. Alternatiflerin Değerlendirilmesinde Kullanılan Üçgen Bulanık Sayılar

K tane karar vericinin bulunduğu bir grupta karar problemine etkileyen $w_j^{K'}$ nın j. karar kriterinin önem ağırlığı aşağıdaki formül ile hesaplanır(Çınar 2011:15).

$$\tilde{W}_{ij} = \frac{1}{K} [\tilde{w}_{ij}^1 + \tilde{w}_{ij}^2 + \dots \dots \dots + \tilde{w}_{ij}^K] \quad (3.17)$$

K tane karar vericinin bulunduğu bir grupta karar problemindeki X_{ij}^K 'nın i. alternatifin önem ağırlığı ise aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$\tilde{X}_{ij} = \frac{1}{K} [\tilde{x}_{ij}^1 + \tilde{x}_{ij}^2 + \dots + \tilde{x}_{ij}^K] \quad (3.18)$$

Bir, çok kriterli karar verme probleminin karar matrisi ve kriter ağırlıkları matrisi aşağıdaki gibi gösterilebilir:

$$\tilde{D} = \begin{matrix} & c_1 & c_2 & \dots & c_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix}, \quad \tilde{W} = [\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_n] \quad (3.19)$$

$\tilde{x}_{ij}$ ($\forall i, j$) ve $\tilde{w}_j$ $j = (1, 2, 3, \dots, n)$ dilsel değişkenleri, $A_1, A_2, A_3, \dots, A_m$, alternatifleri; K karar vericileri ve sayısını; $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$, karar kriterlerini; $\tilde{x}_{ij}, C_j$, karar kriterine göre A_i alternatifinin kriter değerini ve $\tilde{w}_j$ de C_j kriterinin önem ağırlığını ifade etmektedir. $\tilde{D}$ bulanık karar matrisi olarak ve $\tilde{W}$ bulanık ağırlıklar matrisi olarak ifade edilir. Matrisin elemanları ve ağırlıkları birer bulanık sayı olarak $\tilde{x}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$ ve $\tilde{w}_j = (w_{j1}, w_{j2}, w_{j3})$ şeklinde gösterilir.

Bulanık nitelikteki karar matrisinin oluşturulmasından sonra normalize edilmiş bulanık karar matrisi hesaplanır. Bu matris aşağıdaki gibi gösterilir:

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n} \quad i=1, 2, 3, \dots, m, \quad j=1, 2, 3, \dots, n. \quad (3.20)$$

Normalize edilmiş bulanık karar matrisinin her bir elemanı B ifadesi fayda ve C ifadesi maliyet kriterini ifade etmek üzere aşağıdaki formüller ile hesaplanmaktadır:

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right), \quad c_j^* = \max c_{ij}, \quad \forall j \in B, \quad (3.21)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}} \right) \quad a_j^- = \min a_{ij}, \quad \forall j \in C \quad (3.22)$$

Formülden görüleceği gibi, normalize bulanık karar matrisi, karar problemindeki kriterler fayda kriteri ise karar matrisindeki her bir elemanın ait olduğu sütundaki değerleri içindeki en büyük değere bölünmesiyle hesaplanır. Maliyet kriterlerinin normalize edilmesinde ise her bir sütundaki elemanların en küçüğüne göre hesaplanır. Normalize edilmiş bir matriste her bir bulanık sayının $[0,1]$ aralığında olması sağlanır.

Normalize edilmiş karar matrisinin hesaplanmasından sonra her bir kriterin önem ağırlığını dikkate alarak ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi hesaplanır. Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi aşağıdaki şekilde gösterilmiştir:

$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n} \quad i=1,2,3,\dots,m, \quad j=1,2,3,\dots,n. \quad (3.23)$$

$\tilde{V}$ matrisi aşağıdaki şekilde gösterilir.

$$\tilde{V} = \begin{bmatrix} \tilde{v}_{11} & \tilde{v}_{12} & \dots & \tilde{v}_{1n} \\ \tilde{v}_{21} & \tilde{v}_{22} & \dots & \tilde{v}_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{v}_{m1} & \tilde{v}_{m2} & \dots & \tilde{v}_{mn} \end{bmatrix} \quad (3.24)$$

Bu $\tilde{V}$ matrisinin her bir elemanı $\tilde{v}_{ij}$ değerleri aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \cdot \tilde{w}_j \quad (3.25)$$

Ağırlıklı normalize bulanık karar matrisini bulmak amacıyla normalize bulanık karar matrisi ile bulanık ağırlıklar matrisi çarpılır. Bu durumda hesaplanan $\tilde{V}$ matrisi aşağıdaki gibi gösterilir:

$$\tilde{V} = \begin{bmatrix} \tilde{w}_1 \tilde{r}_{11} & \tilde{w}_2 \tilde{r}_{12} & \dots & \tilde{w}_n \tilde{r}_{1n} \\ \tilde{w}_1 \tilde{r}_{21} & \tilde{w}_2 \tilde{r}_{22} & \dots & \tilde{w}_n \tilde{r}_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \tilde{w}_1 \tilde{r}_{m1} & \tilde{w}_2 \tilde{r}_{m2} & \dots & \tilde{w}_n \tilde{r}_{mn} \end{bmatrix} \quad (4.26)$$

Ağırlıklandırılmış normalize bulanık karar matrisi $\tilde{V}$ 'nin hesaplanmasından sonra bulanık pozitif ideal çözüm A^* ve bulanık negatif ideal A^- çözümün hesaplanması gerekir.

$$A^* = \{v_1^*, v_2^*, \dots, v_n^*\}$$

$A^- = \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_n^-\}$, burada $i=1,2,3,\dots,m$ ve $j=1,2,3,\dots,n$ olmak üzere ;

$$\tilde{v}_j^* = \max_i \{v_{ij3}\} \quad \text{ve} \quad \tilde{v}_j^- = \min_i \{v_{ij1}\} \quad (3.27)$$

formülleri ile bulunur. Daha sonra alternatiflerin pozitif ideal çözüm A^* ve negatif ideal çözüm A^- 'den uzaklıklarının hesaplanması gereklidir. Bu hesaplamada d uzaklıkları ifade eder ve hesaplama aşağıdaki formüller ile yapılır:

$$d_i^* = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*), \quad i=1,2,3,\dots,m \quad (3.28)$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-), \quad i=1,2,3,\dots,m \quad (3.29)$$

Yöntemde son olarak alternatiflerin ideal çözüme yakınlıklarının hesaplanması yapılır. Bunun için bulanık sayıların birine olan uzaklıklarının hesaplanmasında kullanılan Vertex metodu kullanılır. $\tilde{A} = (m_1, m_2, m_3)$ ve $\tilde{B} = (n_1, n_2, n_3)$ olmak üzere iki üçgen bulanık sayı arasındaki uzaklık vertex yöntemine göre aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$d_v(\tilde{m}, \tilde{n}) = \sqrt{\frac{1}{3} [(m_1 - n_1)^2 + (m_2 - n_2)^2 + (m_3 - n_3)^2]} \quad (3.30)$$

Alternatifler arasında seçim yapılabilmesi veya alternatiflerin değerlendirilebilmesi için yakınlık katsayıları hesaplanmalıdır. Yakınlık katsayısı her bir alternatif için aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} \quad (3.31)$$

Alternatifler yakınlık katsayısı CC_i değerlerine göre sıralanarak karar oluşturulur. Yakınlık katsayısı 1'e yaklaştıkça alternatifin değeri bulanık pozitif ideal çözüme, yakınlık katsayısı '0' değerine yaklaştıkça alternatifin değeri bulanık negatif ideal çözüme doğru yaklaşmaktadır. Yakınlık katsayısı 1'e eşit olduğunda alternatifin değeri bulanık pozitif ideal çözüme, yakınlık katsayısı 0'a eşit olduğunda alternatifin değeri bulanık negatif ideal çözüme eşit olmaktadır.

Alternatiflerin sıralanmasından sonra alternatiflerin yakınlık katsayılarını dikkate alarak sözel değişkenler ile ifade eden bir skala oluşturmanın derecelendirme konusunda yapılan uygulamalarda daha anlaşılır bir ifade tarzı olarak tercih edildiği görülmektedir. Böylece karar vericiler belirtilen sözel değişkenler ve belirlenen yakınlık katsayılarına göre alternatif seçimi veya tüm alternatifleri kapsayan bir değerlendirme yapabileceklerdir. Yakınlık katsayıları için belirlenecek olan sözel değişkenler Tablo 3.3'te verilmiştir (Chen vd, 2006:295-296).

Tablo 3.3. Yakınlık Katsayılarına Göre Alternatiflerin Değerlendirilmesi

Yakınlık Katsayısı CC_i	Değerlendirme
$CC_i \in [0, 0.2)$	Reddedilir.
$CC_i \in [0.2, 0.4)$	Yüksek risk ile kabul edilebilir.
$CC_i \in [0.4, 0.6)$	Düşük risk ile kabul edilebilir.
$CC_i \in [0.6, 0.8)$	Kabul edilir
$CC_i \in [0.8, 1.0]$	Kabul edilir ve tercih edilir

Kaynak: Chen Tung Cheng,, Ching Torng Lin ve Sue Fn Huang (2006), "A Fuzzy Approach For Supplier Evaluation And Selection In Supply Chain Management", International Journal of Production Economics, 102, ss.296.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

KREDİ KAVRAMI VE TİCARİ KREDİ TALEPLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ PROBLEMİ

Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurulunun Aralık 2012 Finansal Piyasalar Raporuna göre Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletme(KOBİ) kredileri ve Kurumsal kredilerin, kullanılan krediler toplamı içerisindeki payı %66,6 gibi önemli bir yer tutmaktadır. Ticari krediler büyüklüğü ile kredi kullandıran bankaların riskini oluşturmakta ve bankalar açısından önem taşımaktadır. Ayrıca ticari krediler de yaşanabilecek herhangi bir sorun, kredi kullandıran banka ve kredi kullanan müşteri dışında, sektörleri ve istihdam seviyesini etkileyerek ekonomide olumsuzluklara yol açabilecektir. Dolayısıyla üretim ve ticaret amacıyla işletmelere kullanılan kredilerin bu yönüyle tüketici kredilerinden ayrılmakta olduğunu görürüz. Bu nedenle kredi taleplerinin değerlendirilmesi gerek banka işletmelerinin kârlılığı ve devamlılığı gerekse bütün ekonomik sistemin işleyişi bakımından önemlidir.

Ticari krediler daha çok mal ve hizmet alım satımı ile uğraşan küçük ve orta ölçekli işletmelerin çalışma sermayesi ve kısa vadeli finansman ihtiyacını karşılamak üzere verilen kredileri ifade etmektedir. Kurumsal krediler ise daha büyük ölçekli firmalara kullanılan yüksek tutarlardaki kredilerdir. Ticari krediler işletmelerin üretim faaliyetlerini finanse etmek, döner sermaye gereksinimini karşılamak üzere açılan kredilerdir(Sungur, 1999:68).

Kredi taleplerinin değerlendirilmesi ve analizi sürecinde, kredi kararını etkileyecek olan tüm faktörlerin incelenmesi gereklidir. Araştırma, bilgi toplama ve değerlendirme sürecine istihbarat ve mali analiz denir. İstihbarat kredi ilişkisi içinde bulunulan işletmelerin mali yapısını, faaliyet sonuçlarını değerlendirmek için yapılan araştırmaların tamamıdır(Şendoğdu, 2011:220). Bankacılık faaliyetinin esasını kredi vermek oluşturduğu için işletmelerin kredi kapasitesi ve geri ödeme yeteneklerinin

tespit edilerek kredi kullandırılması bankaların kârlılığı ve devamlılığı açısından son derece önemlidir.

4.1. Kredi Kavramı

Bankalar faaliyetlerini 5411 sayılı Bankacılık Kanunu'na dayanarak sürdürmektedirler. Bankalar yasasına göre mevduat toplama ve kredi verme faaliyeti bankalar dışında hiçbir kişi ve kuruluş tarafından yerine getirilemez. Bankacılık faaliyetlerinin denetimi bir üst kurul olan Bankacılık Düzenleme ve Denetleme Kurulu tarafından yapılır. BDDK faaliyetlerini bankalar yasasına göre sürdürür.

4.1.1. Kredinin tanımı

Kredi, sözcük anlamı itibariyle Latince inanma anlamına gelen “credere” sözcüğünden türemekte ve “güven ve saygınlık” anlamında kullanılmaktadır. Bir gerçek ve tüzel kişinin kredi alabilme yeteneği “kredibilite” kavramı ile ifade edilmektedir(Usta, 2000:1). Kredi güven ve güvenceye dayanan bir işlemdir(Zarakolu, 1989:47). Bir bankadan kredi kullanan gerçek ya da tüzel kişilerin, kredi kullandıran banka için güvenilir ve saygın kişiler olduğu görülmektedir. Dolayısıyla bankaların güvenmedikleri gerçek ya da tüzel kişilere kredi vermedikleri görülür.

Genel olarak kredi, herhangi bir kimseye ödünç para vermek veya alınacak bir mal, yapılacak bir hizmetin yerine getirilmesine kefalet etmek, garanti vermek, parasını sonra almak kaydı ile ona mal vermek şeklindeki uygulamalardır. Kredinin bankacılık açısından tanımı ise, bir bankanın yapacağı istihbaratın olumlu sonucuna göre ve mevzuat çerçevesi içinde gerçek yada tüzel kişiye uygun gördüğü teminat şartlarında verdiği para, garanti veya kefalet vermek şeklinde tanıdığı olanak veya limittir(Usta, 2000: 1).

4.1.2. Kredinin unsurları

Banka kredisi kavramı piyasada kredili satış, satıcı kredisi ve benzer şekilde ifade edilen kredi kavramından farklı olarak unsurlar ve şartlar içerir. “Bir borç veya garanti verme işleminin kredi niteliğini kazanabilmesi için, kredi alan(borçlu), kredi

veren(alacaklı), devredilen bir satın alma gücü veya verilen garanti(kredi), ödeme vaadi(vade), güven ve saygınlık(itibar), teminat(garanti) ve faiz ve komisyon(verim) gibi şartların oluşması gerekir”(Usta, 2000:3).Kredinin zaman(vade), risk, güven ve gelir olmak üzere dört unsuru olduğu görülmektedir.

Zaman: Zaman unsuru ödünç verilen bir paranın veya verilen kefalet ya da garantinin belirli bir süre sonunda iadesi ve tazminini ifade etmektedir.

Risk: Risk unsuru kullanılan kredinin zamanında ve belirlenen şartlarda tahsil edilememesi ve verilen kefalet veya garantilerle ilgili banka müşterilerinin taahhütlerini yerine getirmesine kadar ortaya çıkacak olan muhtemel tehlikeleri ifade etmektedir.

Güven: Bankanın kredi kullandırdığı kişilere olan inancını ifade etmektedir. Kredi verilen kişinin bankanın gözünde saygınlığı ve itibarı, güven unsurunu oluşturmaktadır. Kredinin, vade sonunda geri döneceği inancı vardır. Hiçbir banka güven duymadan kişilere kredi kullandırmamaktadır. Kredi kullandırılan kişilerden alınan teminatlar güvenin tesisindeki bir unsur olmaktan çok kredi verildikten sonra doğabilecek muhtemel tehlikeler karşısında bir güvence, emniyet unsuru oluşturmaktadır.

Gelir: Bankalar ekonomide birçok işlevi yerine getirerek sundukları hizmetler karşılığında elde ettikleri gelirleri ile faaliyetlerini sürdüren hizmet işletmeleridir. Bankalar kullandıkları kredilerden kredi faizi ve komisyon gelirleri elde ederler.

4.1.3. Kredilerin sınıflandırılması

Krediler birçok bakımdan çeşitli şekillerde sınıflandırılabilir. Aşağıda Tablo 4.1.’de kredilerin sınıflandırılması görülebilmektedir(Sungur, 1999:67-71).

Tablo 4.1. Kredi Türleri

Nitelikleri Açısından Krediler	- Nakit Krediler - Gayri Nakit Krediler
Vadeleri Açısından Krediler	- Kısa Vadeli Krediler - Orta Vadeli Krediler - Uzun Vadeli Krediler
Teminatlarına Göre Krediler	- Teminatsız (Açık)Krediler - Teminatlı Krediler - Şahsi Teminatlı Krediler - Maddi Teminatlı Krediler
Kullanım Amacı Açısından Krediler	- Yatırım Kredileri - Donatım Kredileri - İşletme Kredileri
Kaynakları Açısından Krediler	- Banka Kaynaklarından Kullanılan Krediler - TCMB, Eximbank, Toplu Konut İdaresi Başkanlığı gibi yabancı kaynaklarından kullanılan krediler
Kullanım Yetkisi Bakımından Krediler	- Şube Yetkili Krediler - Otorize Yetkili Krediler
İş Konusu Bakımından Krediler	- Ticari Krediler - Sanayici Kredileri - İhracat Kredileri - Tarım Kredileri - Konut Kredileri - Tüketici Kredileri

Kaynak: Sungur Turgut (1999), Bankacılar İçin Banka Tekniği, Banka ve Ticaret Hukuku Araştırma Enstitüsü, Türkiye İş Bankası A.Ş. Vakfı, Ankara s.67-71.

4.1.4. Kredinin ekonomik işlevleri

Bankalar ekonomik sistem içinde faaliyet gösteren ve fon aktarımını sağlayan en önemli finansal aracı kurumlardır. Bankalar finansal sistem içinde fon fazlası olanlar ile fon ihtiyacı içinde olanlar arasında adeta bir köprü işlevi görürler. Kredilerin ekonomide birçok makro ve mikro işlevleri bulunmaktadır. Ekonomiye makro düzeyde yatırım, üretim, istihdam, enflasyon, milli gelir, dış ticaret, kalkınma gibi boyutlarda etki eden krediler, işletme ölçeğinde düşünüldüğünde işletmelerin

kurulması, büyümesi, faaliyetlerinin devam ettirilmesi, finansman açıklarının kapatılması, ödeme ve tahsilatlarının sağlanması gibi birçok konuda etkilidirler.

Genel anlamda finansal sistem içindeki kredi mekanizmaları ekonomik kalkınma açısından son derece önemlidir. Kredi mekanizması ve özellikle tüketim için verilen krediler reel sektörde üretilen mal ve hizmetlerin talep düzeyinin belirlenmesinde son derece etkilidir. Ekonomide yatırım yapma isteğinde olup yeterli sermayesi bulunmayan girişimciler bankalar aracılığı ve kredi mekanizması yolu ile yatırımlar için gerekli sermayeyi temin etmektedirler. Kredinin işlevleri genel olarak aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Krediler yoluyla bankalar sermaye birikimini sağlayarak ekonomik kalkınma için gerekli fon kaynaklarını oluşturur.
- Krediler tasarrufların bir araya getirilmesi ile yatırımlara kaynaklık ederek üretimin diğer bir ifadeyle arzın ve ekonomik faaliyetlerin devamını sağlar.
- Krediler tüketime kaynak oluşturarak ekonomide üretilen mal ve hizmetlere talep oluşturur.
- Krediler işletmelerin yatırım-üretim artışını sağlayarak ekonomideki milli gelir ve istihdam seviyesini artırır.
- Kaynakların kullanımında etkinliği sağlar.
- Ekonomide işlem hacminin kontrolü ile ekonomi yönetiminin bir yönetim aracı olma fonksiyonu işlevi görür.

Sermaye, işletmelerin kurabilmesi, faaliyetlerini sürdürerek büyüebilmesi için ihtiyaç duyulan temel üretim faktörüdür. Tasarrufların yatırımlara aktarılmasını sağlayan ve çok iyi işleyen ekonomik mekanizmalar ekonomiler için son derece önemlidir.

4.2. Kredi Taleplerinin Değerlendirilmesi

Kredi karar analizi geniş bir bilgi tabanı üzerinde yapılan bir çalışmadır. Bankalar kredi ile ilgili her türlü veriyi bilgiye dönüştürerek kredinin geri dönüş olasılığını değerlendirmek zorundadır. Kredi taleplerinin değerlendirilmesi ya da firma derecelendirmesi, borçlunun anapara, faiz ve diğer yükümlülüklerini ödünç sözleşmesine uygun bir şekilde zamanında ve tam olarak ödeme istek ve kabiliyetinin olup olmadığını belirlemektir. Diğer bir ifade ile derecelendirme ya da firma değerlendirme, ödenmeme riskinin analitik olarak ölçülmesi işlemidir(Akbulak, 2012:174). Kredi karar analizi, bankaların kredi talep edenler hakkında elde ettikleri finansal ve finansal nitelikte olmayan bütün veriler ile sektörel ve makroekonomik bilgileri dikkate alarak mevzuat ve kendi politikaları doğrultusunda yaptıkları değerlendirmedir.

İhtiyaçları nedeniyle kredi talebinde bulunan gerçek veya tüzel kişi firmalarının, kredi değerliliğini ölçmek için yapılan işlemler bütünü, kredi taleplerinin değerlendirilmesi olarak tanımlamak mümkündür(Usta, 1997:47). Kredi taleplerinin değerlendirilmesi, işletmelerin belli bir andaki finansal ve finansal olmayan bilgiler yanında işletmelerin faaliyet ve kârlılığını etkileyebilecek tüm faktörlerin göz önüne alınarak, gelecekle ilgili tahminler oluşturma faaliyetidir. Kredi değerlendirme ve kredi kullandırım süreci genel olarak şu aşamalara ayrılabilir;

- Kredi talebinin alınması,
- Kredi kararının oluşturulması için gerekli olan her türlü bilginin toplanarak analiz edilmesi,
- Kredi kararının olumlu olması durumunda kredinin kullandırılması,
- Kredi sürecinin izlenerek kredi ilişkisinin sona erdirilmesi.

Bankalar firmaların kredi limitlerini, kredi faiz oranını, kredinin vadesini, teminat şartları ve diğer kullandırım şartlarını kredi karar analizi sürecinde belirlemeye çalışır. Kredi karar analizinde yapılacak olan çalışmalar kantitatif ve kalitatif niteliğindeki finansal verilerin incelenmesini içerir. Finansal analiz

işletmelerin mali tabloları gibi kantitatif verilerin değerlendirilmesini içerir. Finansal olmayan analiz ise işletmeyle ilgili sayısal olmayan bilgileri ifade etmektedir. Finansal olmayan analiz, işletmelerin ortak ve yeticilerinin moraliteleri, iş bilgisi ve yönetim yetenekleri, işletmenin ortaklık yapısı, kayıt dışılığın tespiti gibi kalitatif verilerin incelenmesi ve analizini içerir. Kredi analizi bu iki incelemenin birbirini bütünleyerek anlamlandırılmasını gerekli kılar. Tek başına finansal analiz veya finansal olmayan analiz kredi kararının oluşturulabilmesi için yeterli değildir. Bankalar tarafından kullanılan kredi derecelendirme sistemleri temel olarak yargısal tabanlı ve istatistiksel tabanlı olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Yoğun olarak bu iki uç arasındaki melez sistemler kullanılmaktadır. Karma sistemlerde istatistiksel sistemlerin yanı sıra değerlendirmeyi yapan kişinin yargılarına da başvurulmaktadır(Ayanoğlu ve Ertürk, 2007:78).

Bireysel ve kk ölçekli firmalar için ölçümler daha standart ve istatistiki temellere dayalı skortlama yöntemi, büyük ölçekli firmalar için ise rating yöntemleri ağırlık kazanmaktadır. Firmalarda geriye dönük olarak en az 5 yıllık finansal ve finansal olmayan veriler, yapılacak olan analizlerin temelini oluşturur(Akbulak, 2012:174-175).

4.2.1. Kredilendirmede temel ilkeler

Bankalar kredili müşterilerinin kredi değerliliğini ve kullandıracağı kredi türü ve kredi limitlerini belirlerken risk ve verimlilik bazında bazı temel ilke ve unsurlara önem vermek zorundadır. Bu unsurlar bankaların kredi kararında etkili olan temel faktörlerdir. Kredilendirme süreci içinde kredi kararı oluşturulurken risk ve karlılık arasında bir denge kurulması gereklidir. Kredilendirme ilkeleri olarak bilinen bu unsurlar İngilizce literatürde 5C kuralı olarak kodlanmıştır. Bunlar;

- Karakter(Charecter)
- Kapasite (Capacity)
- Kapital (Capital)
- Koşullar (Condition)

- Teminat(Colleteral) olarak sıralanmaktadır(Matar ve Baktır, 1998:2; Yazıcı, 2011:55-58).

4.2.1.1. Karakter

Bu ilke öncelikle borçlunun ahlak durumu ile ilgilidir. Bu ilke borçlunun sağlık durumu, doğruluğu, dürüstlüğü, söz ve taahhütlerini yerine getirmedeki istek ve alışkanlığını ve iş konusu ile ilgili bilgi ve yeteneklerinin analizini gösterir. Bu temel ilke borçlunun basiretli bir iş insanı olup olmadığı, kötü alışkanlıkları olup olmadığı, iş hayatıyla yaşam tarzının uyumu ve güçlü bir kişiliği olup olmadığı ile ilgilidir. İşletmeyi temsil eden ve yöneten yöneticiler açısından da karakter analizi yapılır. Yöneticilerle ilgili ayrıca eğitim bilgi ve iş tecrübesi karakter analizinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Bu ilke doğrultusunda yöneticilerin yeterli bir yönetsel kapasiteye sahip olmaları ve aynı zamanda kaliteli bir yönetim yeteneğine sahip olmaları gereklidir. Bu ilkenin kredi karar analizi sürecinin nitel faktörlerini kapsadığı görülmektedir.

4.2.1.2. Kapasite

Kapasite işletmenin rakamsal büyüklüklerinin yanında, sahip olduğu varlıklarını ve gelir oluşturabilme yeteneğini ifade eden bir unsurdur. Kapasite borçlanma başta olmak üzere işletmelerin işletme sermayesi, nakit akışı, gelir oluşturma, satış hacmi, kârlılık gibi temel kalemlerin analizini içerir. Kapasite, kredi taleplerinin türü ve tutarının değerlendirilmesinde önemli bir ilkedir. İşletmelerin borçlanma kapasiteleri ve geri ödeme kapasiteleri, kapasite ilkesi ile yakından ilgilidir.

4.2.1.3. Kapital

Kapital, işletmelerin sermaye büyüklüğü ile ilgili bir ilkedir. Kapital, işletme varlıklarının ne kadarının özkaynaklarla ne kadarının yabancı kaynaklarla finanse edildiğini içerir. Kapital ilkesi ile işletmenin, işletmeye mal ve borç verenler açısından yeterli bir güvence oluşturup oluşturmadığı incelenir. Yeterli sermaye büyüklüğü olan işletmelerin mali yapıları güçlü olup, ekonomik darboğazlar ve krizlere karşı daha dayanıklıdırlar. Mali yapısı güçlü işletmeler kredi verenler açısından daha olumlu değerlendirilirken özkaynaklarına oranla borçları daha fazla

olan işletmeler daha riskli işletmeler olarak kabul edilir. Bu ilke doğrultusunda yapılan varlık analizi, uzman gözü ile işletme varlıklarının değerlerinin tespiti yanında, işletmenin ortak, yönetici ve kefillerinin de varlıklarının analizini içerir. Çünkü kredi verilen işletmelerde ortak ve yöneticilerin şahsi kefaletlerinin alınması işletmelerin riskini azaltan önemli bir risk yönetim uygulamasıdır.

4.2.1.4. Koşullar

Kredi sürecinde kredi verilen işletmelerin dışında gelişen ve kredi sürecini etkileyen birçok faktör vardır. Bu faktörler başta ekonomik, siyasi, sosyal olaylar olabildiği gibi doğa olayları da bu faktörlerdendir. Bu olaylar beklenmeyen ve tahmin edilemeyen şekilde gelişen ve kredi sürecini olumlu ya da olumsuz etkileyen olaylardır. Kredi risk yönetiminde mümkün olduğunca bu koşulların dikkate alınarak sürecin yönetilmesine çalışılır. Bu koşullar nedeniyle ortaya çıkan riskler genelde işletme dışında ortaya çıkan sistematik riskler kapsamına girmektedir.

4.2.1.5. Teminat

Teminat kredi müşterisinin krediyi ödeyememesi durumunda ortaya çıkan olumsuz durumun bankaya zarar vermesini önlemek amacıyla alınan güvencedir. Teminatın asıl işlevi bankanın uğrayacağı zarar karşısında emniyet unsuru olmaktır. Aksi halde kredinin verilme nedenini oluşturmamaktadır. Risk derecesi yüksek olan kredilerde teminat ihtiyacı artmakta, risk derecesi düştükçe teminat ihtiyacı azalmaktadır. Teminatlar verilen kredinin özelliklerine göre banka tarafından seçilebilmektedir.

Kredi taleplerinin değerlendirilmesinde ve kredi kullandırılması sırasında göz önünde bulundurulacak diğer ilkeler şu şekilde sıralanabilir:

- Kredi kullandırılacak işletme mali yönden güçlü olmalıdır. Kredi talep eden firmanın istihbaratı iyi yapılmalıdır. Firmanın mali yapısı iyi analiz edilmeli ve son üç yıl kıyaslanmalıdır. Kredi talep eden firmanın diğer bankalardaki limit ve riskleri incelenmelidir. Bu ilke, emniyet ilkesi olarak da adlandırılmaktadır(Takan, 2002:198)

- Kredi veren banka kâr elde edebilmelidir. Bu ilke verimlilik ilkesi olarak da adlandırılır.
- Kredi; uygun işletme, uygun kişiye uygun görülen işte kullanılmak üzere verilmelidir.
- İş konusunda tecrübeli işletmelere kredi kullandırılmalıdır.
- İşletme ortak ve yöneticilerin moraliteleri iyi olmalıdır. Moralite kavramı daha geniş olarak tanımlanacak olursa tecrübe, bilgi, tahsil durumu, taahhütlerine sadakat, yaş, alışkanlıklar, icra takibine uğrayıp uğramama, erkek çocuk sahibi olup olmama, hasta/sağlam olup olmama, protesto, çek yasağı gibi konuları ifade eder(Usta, 1997:58)
- Kredi kullandırılacak işletmenin mali geçmişi temiz olmalıdır.
- Kredi kullandırılacak işletme ve ortakları mal varlıklarına sahip olmalıdır.
- İşletmenin teminatları güçlü ve likidite yetenekleri yüksek olmalıdır. Ancak teminatlar tek başına kredi kullandırmak için yeterli bir neden sayılmamalıdır. Teminatlar kredi kararının olumlu olarak verilmesinden sonra, krediye ek güvence olarak alınmalıdır.
- İşletmenin krediyi isteme nedeni olan iş konusu ve proje en az işletme yönetiminin kendisi kadar iyi bilinmeli ve konuya hakim olunmalıdır.
- İşletme ile ilgili bilgi ve belge eksikliği olmamalı ve işletme ile ilgili şüphe ve açıkta, cevapsız kalan sorular olmamalıdır.

Kredi taleplerinin değerlendirilmesinde göz önünde bulundurulacak ilkeler karşısında, kredinin geri dönüşünü etkileyecek işletmelerle ilgili olumsuzluklar görüldüğünde kredi vermekten kaçınılmalıdır(Takan, 2002:202, Usta, 1997:83). Kredilendirmede temel ilkeleri bu ilkelerin sayısal olarak ifade edilip edilememesine göre kalitatif ve kantitatif veriler olmak üzere, kredi taleplerinin değerlendirilmesi sürecinde yapılacak olan değerlendirmeleri de kantitatif ve kalitatif analiz olmak üzere iki şekilde ele almak mümkündür.

4.2.2. Kantitatif analiz

Kantitatif analiz nicel olarak ifade edilebilen analizdir. Kantitatif analizin en önemli kaynağı işletmelere ait finansal(mali) tablolardır. Mali analiz işletmenin

temel mali tabloları ve ek mali tabloları incelenerek yapılmakta olan sayısal bir analiz niteliğindedir. Mali analiz, kredi talebinde bulunan firmaların kredi değerliliğinin ölçülmesinde sistematik değerlendirmeler sunması nedeni ile bankalar için önemlidir. Kredi veren kuruluşlar işletmelerin mali yapılarını, borç ödeme kapasitesini, faaliyetlerinin etkinliğini ve işletmelerin başarı durumunu da içeren karlılığını ölçmede mali analizden faydalanmaktadırlar.

Mali analiz bir firmanın mali durumunu, faaliyet sonuçlarını ve finansal yönden gelişmesini değerlendirebilmek, gelişme yönlerini saptayabilmek ve o firma ile ilgili geleceğe dönük tahminlerde bulunabilmek için, mali tablolarda yer alan kalemler arasındaki ilişkilerin ve bunların zaman içerisinde göstermiş oldukları eğilimlerin incelenmesidir(Akgüç, 1995:1). Tanımdan da anlaşılacağı gibi mali analiz işletmelerin mali tablolarındaki tablo kalemleri arasında matematiksel ilişkiler yolu ile işletmeleri etkinlik, mali yapı, finansal durum, karlılık gibi yönlerden analiz etmektir. Mali tablolar analizi çeşitli mali tablo analiz teknikleri ile yapılmaktadır. Bu tekniklerden bazıları şu şekilde sıralanabilir:

- Karşılaştırmalı tablolar analizi
- Dikey yüzde yöntemi
- Yatay yüzde yöntemi
- Oran analizi
- Fon akım ve nakit akım analizi

4.2.3. Kalitatif analiz

Kalitatif analiz, işletmelerin mali analiz raporları dışında kalan ve kredi karar sürecinde etkili olan, sayısal olarak ifade edilemeyen nitel verilerin analizini ifade etmektedir. İşletmelerin başarısını ya da başarısızlığını etkileyen ve sayısal olarak ifade edilemeyen nitel pek çok önemli veri, kredi karar süreci içerisinde yer almaktadır. İşletmelerin mali tabloları işletme ile ilgili nicel bilgiler içermektedir. Oysa kredi analizi sadece mali tablolar analizi ile yapılamayacak kadar geniş bir analizdir. Ayrıca mali analiz çeşitli nedenlerle işletme ile ilgili her türlü bilgiyi vermeyeceği gibi zaman zaman makyajlanmış olarak yani değiştirilmiş olarak

düzenlenebilmektedir. Bu nedenle doğru bir değerlendirme için işletme ile ilgili nitel verilere de ihtiyaç duyulmaktadır.

İşletmelerin kredibilite analizi, muhasebe kayıtları yanında muhasebe raporları dışında verilere dayanılarak yapılan geniş kapsamlı bir analizdir. İşletmelerin kredi taleplerinin değerlendirilmesi, ortak ve yöneticilerin eğitim, iş tecrübesi, yönetim yetenekleri, dürüstlük ve çalışkanlıkları ile söz ve taahhütlerini yerine getirme alışkanlıklarını ifade eden moraliteleri ve işletmeyle ilgili pek çok konuda kalitatif (nitel) değerlendirmeyi içermektedir. Ayrıca mali analizin zaman zaman gerek teknik boyutu ve gerekse kullanıcılardan kaynaklanan çeşitli nedenlerle eksik ve yanlış bilgiler veren sınırlı bilgi kaynağı olduğu görülmektedir. Mali tabloların analizindeki bu sınırlılık işletmelerin değerlendirilmesi sırasında dikkate alınması gereken önemli bir durumdur.

4.3. İstihbarat ve Kaynakları

İşletmelerle ilgili verilerin bir kısmı nicel iken bir kısmı ise nitel verilerdir. Nicel ve nitel verilerin bir bölümü, işletmelerin mali analiz raporlarından ve işletme ile yapılan görüşmelerle elde edilebilmektedir. İşletmeler tarafından verilmeyen veya verilemeyen çoğu nitel karakterli birçok veri ise bankaların kendilerinin yaptığı çalışmalar sonucunda elde edilebilmektedir. Bankalar bu verilere kamu otoriteleri, mesleki birlikleri ve kendilerinin istihbarat çalışmaları ile ulaşabilmektedirler. İstihbarat bilgi toplama ve toplanan bilgilerin değerlendirilmesiyle ilgili çalışmaların bütünü olarak tanımlanabilir(Takan, 2002:281). İstihbarat, mali tablolar analizi ve işletme ile ilgili kalitatif bilgilerinde toplanmasını içeren bir kavramdır. İstihbarat kavramının mali analiz kavramından ayrılarak işletme hakkındaki kalitatif bilgilerin toplanması ve değerlendirilmesi için de kullanıldığı görülmektedir.

Bankacılık açısından istihbarat kredi ilişkisi içerisinde bulunan veya bulunacak olan işletmenin kredi değerliliğinin tespiti ile banka riskinin azaltılması amacıyla yapılmaktadır. İstihbarat gizlilik, tarafsızlık, doğruluk ve süreklilik ilkeleri doğrultusunda işletmeler hakkında bilgi toplama ve değerlendirme faaliyetleridir(Takan, 2002:281). İstihbarat çalışması, muhasebe ilke ve

standartlarına ve istihbarat ilkelerine uygun olarak yapılmalıdır. İstihbarat çalışması sırasında bankalar pek çok kaynaktan bilgi almakta ve faydalanmaktadırlar. Bu kaynakları bilginin niteliği açısından kalitatif ve kantitatif, bilginin alındığı kurum ve kuruluşu göre resmi ve resmi olmayan bilgi kaynakları şeklinde ayırmak mümkündür.

4.3.1.Kalitatif istihbarat kaynakları

Kalitatif bilgiler işletmeler ile ilgili sayısal olarak ifade edilemeyen her türlü bilgiyi içerir. Kalitatif istihbarat kaynakları resmi kurumlardan alınanlar ve resmi olmayan kişi ve kurumlardan alınanlar şeklinde ayrılabilir. Resmi istihbarat kaynakları TCMB, Ticaret ve Sanayi Odaları, Sanayi ve Ticaret Bakanlığı, Tapu ve Kadastro Müdürlükleri, Noterler gibi kamu ve yarı kamu kurumu niteliğindeki kurumlardır.

4.3.1.1. Resmi ve yarı resmi istihbarat kaynakları

4.3.1.1.1. Risk santralizasyonu

Risk Santralizasyonu Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası tarafından oluşturulan bir bilgi kaynağıdır. TCMB tarafından oluşturulan risk santrali bankalara, müşterileri hakkında önemli bilgiler sunmaktadır. Bankalar risk santralinden müşterileriyle ilgili protestolu senet, karşılıksız çek ve işletmelerin diğer bankalardaki kullanmış oldukları kredilerin türü, miktarı ve krediler ile ilgili ödeme problemlerini öğrenebilmektedirler. TCMB risk santrali bu bilgileri bankalardan toplamak ve gerektiğinde bankalara vermek ile görevlendirilen bir merkezdir.

Risk santralinden alınan bilgiler bankalar açısından son derece önemli olup aşağıdaki şekilde açıklanabilir.

İşletmelerin limit ve risk durumu(Memzuç cetvel bilgileri)

İşletmeler ve kişiler bir borçlanma kapasitesine sahiptirler. Borçlanma kapasitesi aşıldığında borçların geri ödenmesinde sorunlar yaşanır. Bu nedenle bankalar kredi verirken işletmelerin borçlanma kapasitesini ve kredi talep edildiği anda diğer finansal kuruluşlara olan borçlarının tutarını bilmek zorundadırlar; aksi

halde borçlanma kapasitesi aşılmış olur ve kredilerin sorunlu hale gelmesi ihtimal artar.

TCMB risk santrali bankalara işletmelerin diğer finansal kuruluşlardaki kredi limitlerini, bu limitlerin ne kadarının kullanıldığını ve kullanılan krediler ile ilgili herhangi bir sorun yaşanıp yaşanmadığı bilgisini verir. Bu bilgiler bankacılıkta memzuç bilgileri olarak da ifade edilmektedir. Limit-risk ya da memzuç kayıtları ile banka kredi ilişkisine gireceği müşteriler ile ilgili muhtemel sorunları önleme yönünde kararlar alır.

Protesto kayıtları

İşletmelerin geçmişte yapmış oldukları senetli işlemler nedeni ile ortaya çıkan sorunlar bankalar açısından önemlidir. Ödenmesinde sorun yaşanan bono ve poliçeler ve ilgili firmalar TCMB risk santralinde kayıt altına alınır. Senetlerini vadesinde ödemeyen gerçek ve tüzel kişilerin ticari senetleri protesto edilmekte yani sözlerini yerine getirmemiş olmaları sonucunda TCMB kaydına alınmaktadır. Söz ve taahhütlerine uymayan işletmeler ve kişiler güven vermeyip bankanın kredi riskini artırır. Protesto kayıtları işletmelerin mali sicil durumları ile ilgili bilgi verirler. Protesto kayıtları işletmelerin yaşam seyri, ekonomik kriz dönemleri dikkate alınarak incelenmektedir. Protesto kayıtları müşterilerin söz ve taahhütlerini, bağlılıklarını ve işlem hacimlerini görmek bakımından önemli kaynaklardır.

Karşılıksız çek kayıtları

TCMB çek kullanan müşterilerinin karşılıklı çek kayıtlarını toplamakta ve bankalara bu bilgileri vermektedir. Karşılıksız çek düzenleyen kişilerin söz ve taahhütlerine uymadığı ve riskli kişiler olduğu anlaşılmaktadır. Bu nedenle karşılıksız çek kayıtları bankalar açısından diğer bir önemli bir bilgi kaynağıdır.

4.3.1.1.2. Kredi kayıt bürosu

Kredi Kayıt Bürosu AŞ 1995 yılında kurulmuştur. KKB bankalar birliğinin desteği ile bireysel kredilerin takip ve kontrolü amacıyla kurulmuştur. KKB sadece bankalara değil; sigortacılık, finansal aracı kuruluşlar, bireysel emeklilik gibi finansal sistem içinde yer alan diğer kurum ve kuruluşları da içine alan bir bilgi paylaşım

kuruluşudur. Bankalar kredi talebinde bulunan firmaların ortak ve yöneticilerinin bireysel kredilerini KKB'dan bilgi teknoloji sistemlerinden görebilmekte ve risk yönetimi daha etkin yapılabilmektedir(Çelik ve Murat, 2007:33).

4.3.1.1.3. Ticaret ve sanayi odası kayıtları

Faaliyetlerine devam eden veya etmeyen işletmeler, ticaret ve sanayi odaları veya esnaf odaları tarafından verilen faaliyet belgesi ile tespit edilebilmektedir. Oda kayıtları dışında işletmelerin mesleki faaliyetleri, projeleri ve sektördeki durumu odalardan alınabilecek önemli istihbarat bilgileridir.

4.3.1.1.4. Sanayi ve ticaret bakanlığı

İşletmelerin kuruluşları sırasında şirket ana sözleşmeleri ve kurulduktan sonra yapılacak olan her türlü değişiklik, tadilat sözleşmeleri hazırlanarak bakanlığa verilmektedir. Ticaret sicil gazetesinde yayımlanmak zorunda olan bu sözleşmeler işletmelerin türleri, ortakları, sermayeleri, merkezleri ve şubeleri, faaliyet konuları, yöneticileri, işletmenin fiil ve hak ehliyetleri gibi pek çok konuda bankalar için önemli bilgi kaynakları arasında yer alır.

4.3.1.1.5. Tapu ve kadastro müdürlükleri

İşletmelere ve ortaklara ait gayri menkullerin tespiti ve bu gayri menkuller üzerinde kayıt olup olmadığı ve gayri menkul müstemilatı, değerleri tapu müdürlüklerinden öğrenilmektedir.

4.3.1.1.6. Noterler

İşletmelerin ortak ve yöneticilerinin yetki sahipliği ile imzalarının tespit ve kontrolü noterlerin düzenleyerek verdiği imza sirkülerinden belirlenebilmektedir. Vekaletname ile işlem yapılıyor ise işlemi yapan kişinin yetkili olup olmadığı yine noter tarafından düzenlenen ve verilen vekaletname ile tespit edilmektedir. Noterce düzenlenen bu belgeler bankalar açısından önemli diğer bilgi kaynağıdır.

4.3.1.1.7. Diğer Resmi Kaynaklar

Maliye Bakanlığı, Emniyet Genel Müdürlüğü, Ulusal Yargı Ağı gibi kaynaklardan işletmelerin icra, haciz, iflas, vergi borcu, ceza borcu gibi istihbaratları

yapılabilmektedir. Bunların dışında Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı(KOSGEB), Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği(TOBB), Türkiye Bankalar Birliği(TBB), Türkiye İstatistik Kurumu(TÜİK), Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası(TCMB) gibi resmi kurumların rapor ve verileri önemli istihbarat kaynaklarıdır.

4.3.1.2. Resmi olmayan istihbarat kaynakları

Bankalar resmi kaynaklar dışında kredi verecekleri ile ilgili resmi olmayan kaynaklardan da bilgi toplarlar. Resmi olmayan kaynaklar piyasa kaynaklarını ve işletmelere ait belgeleri ifade etmektedir ve bu kaynaklardan elde edilen bilgiler son derece önemlidir. İşletmeler daha öncede belirtildiği gibi mali tablolar ve diğer resmi belgeler üzerinde değişiklik yapabilme ihtimali, resmi olmayan istihbarat kaynaklarının önemini artırmaktadır. Bunun yanı sıra işletmenin kayıt dışı iş ve işlemleri resmi kaynaklardan alınan belgelerde görülemediği için resmi olmayan istihbarat kaynakları önemlidir.

4.3.1.2.1. Şirket ana sözleşmesi

Şirket ana sözleşmeleri tüzel kişiliğin ortaklık türü, ortaklar ve sermaye tutarları, şirket unvanı, şirket merkez ve şubeleri, kuruluş tarihi, faaliyet konusu, sermaye tutarı, yetkililer ve sorumlulukları, kârın dağıtılması gibi çok önemli ve temel konularda bilgiler vermektedir. Şirket ana sözleşmeleri ayrıca şirketin hak ve fiil ehliyeti konusunda önemli bilgiler veririler. Şirketin kefalet kabul edebilmesi ve kefil olabilmesi, üçüncü kişilerden ipotek alabilmesi ve üçüncü kişiler lehine kendi mal varlığını ipotek verebilmesi gibi konular sözleşmede yer almaktadır. Şirket ana sözleşmeleri işletmelerin neleri yapabileceği ve neleri yapamayacağı konusunda hukuki çerçeve çizmektedirler.

4.3.1.2.2. Hesap durumu belgesi

Bankalar kredi başvurusunda bulunan müşterilerden Türkiye Bankalar Birliğince hazırlanan hesap durumu belgesini bankalara vermek zorundadırlar. Bu belgede işletmelere ilişkin temel bilgiler yanında mali bilgiler verilmektedir.

4.3.1.2.3. Rakip ve komşu firmalar

İşletmenin iş yaptığı, mal alıp sattığı kuruluşlardan ve işletmenin içinde bulunduğu sektördeki rakip firmalardan işletme hakkında bilgiler toplanmaktadır. Bu firmalarla olan mali ilişkilerin araştırılması işletme hakkında önemli bilgiler sağlar.

4.3.1.2.4. Banka içi kaynaklar

İşletmelerin banka nezdindeki hesaplarının işleyişine bakılarak işletme hakkında bilgiler elde edilebilir. Banka hesaplarındaki nakit giriş ve çıkış zamanları, tutarların incelenmesi ve işletmenin faaliyetleri ile ilgili önemli bilgiler sunar.

4.3.1.2.5. İnternet, gazete ve dergi kaynakları

İşletmelerle ilgili bir diğer bilgi kaynağı da günlük ya da farklı periyotlarda yapılan yayınlarda; işletme ortak, kefil ve rakipleri ile ilgili çıkan haberlerdir. Günümüzde birçok işletmenin web sitesinden ve diğer haber kaynaklarından bilgiler alınabilmektedir.

4.3.1.2.6. Diğer rapor ve belgeler

Sayılan belge ve kaynaklara ilaveten işletmelerle ilgili mali müşavir ve bağımsız denetçilerin düzenlemiş oldukları raporlar, işletmelerin iş bitirme belgeleri, firma faaliyet, kapasite raporları, hak ediş belgeleri, gümrük beyannameleri, yatırım teşvik belgeleri, ihracat ve ithalat birlikleri belgeleri, vergi beyanname ve vergi levhaları diğer bilgi kaynakları olarak sayılabilir.

4.3.2. Kantitatif istihbarat kaynakları

Kantitatif bilgiler işletmeler ile ilgili sayısal olarak ifade edilebilen ve objektif nitelikteki her türlü bilgiyi içerir. Kantitatif bilgiler işletmelerin mali tabloları, işletme ile ilgili düzenlenmiş olan bağımsız denetim kuruluşu raporları ile yönetim raporları gibi kaynaklardan elde edilir.

4.3.2.1. Mali tablolar

Mali tablolar işletmenin varlıkları, kaynakları, faaliyet sonuçları, finansal yapısı ve kârlılığı ile ilgili bilgiler sunan muhasebenin sonuç raporlarıdır. Mali tablolar muhasebenin temel ilke ve standartlarına uygun olarak düzenlenir.

İşletmelerde bilanço, gelir tablosu, kâr dağıtım, fon akış tablosu, nakit akış tablosu, öz kaynaklardaki değişim tablosu, satışların maliyeti tablosu gibi pek çok mali tablo düzenlenmektedir. Bankalar mali tablolar üzerinde mali analiz yaparak işletmenin varlıkları, kaynakları, faaliyetleri, verimliliği gibi sayısal nitelikteki bilgileri elde ederler. Mali analiz yapılırken çeşitli analiz teknikleri kullanılır. Karşılaştırmalı Mali Tablolar Analizi, Dikey Yüzde Yöntemi, Yatay Yüzde Yöntemi, Oran Analizi, Fon Akım Analizi bu analiz tekniklerinden bazılarıdır.

4.3.2.2. Bağımsız denetim kuruluşlarının raporları

İşletmelerin bağımsız denetim raporları ve yönetim raporları diğer önemli kantitatif bilgi kaynaklarıdır. Özellikle belirli büyüklükteki işletmelerin bağımsız denetimden geçmeleri yasal zorunluluk olduğundan bu raporlar önemli bilgi kaynağı olarak değerlendirilmektedir.

4.4. Asimetrik Bilgi ve Finansal Raporlamanın Sınırlılıkları

Muhasebe sistemi, işletmelerin varlıkları ve kaynaklarında değişim oluşturan mali karakterli olayları ilgili kişilere tablolar ve raporlar halinde sunan bilgi sistemi olarak ifade edilmektedir. Mali tablolar ve finansal raporlar, işletmelerin mali yılsonunda hazırladıkları ve işletmelerin finansal durumunu özet olarak yansıtan muhasebenin sonuç raporlarıdır. Mali tablolar ve sonuç raporları kullanıcılara alacakları kararlarda kullanmak üzere işletme ilde ilgili bilgiler sunmaktadır.

Finans ve piyasa teorisinde bilgi eksikliği piyasaları etkinlikten uzaklaştıran bir nedendir. Diğer bir ifade ile eksik bilgi piyasadaki belirsizlikleri artırmaktadır. Dolayısıyla kredi piyasası için de kredilerin etkin dağıtımını engelleyen bir risk kaynağıdır. Finansal piyasalarda kredi talep edenlerle ilgili her türlü bilginin tam ve doğru olarak zamanında elde edilmesi bankalar açısından son derece önemlidir. Aksi halde kredi veren bankaların doğru kararlar alarak kredi riskini etkin bir şekilde yönetmeleri mümkün olamayacaktır.

Gerek piyasa aksaklıkları nedeniyle gerekse işletmelerden kaynaklanan nedenlerle piyasada eksik bilgi sorunu olabilmektedir. Mali tablolar ve finansal

raporların tam olarak işletmeleri yansıtmaması durumunda işletmelerle ilgili belirsizliklerin ortaya çıktığı görülmektedir. Bu belirsizlikler kredi sürecinde karar analizini zorlaştırmaktadır.

4.4.1. Kredi piyasası ve asimetrik bilgi

Piyasaların etkin çalışması için piyasadaki karar birimlerinin piyasa ve işleyişi ile ilgili her türlü bilgiye sahip olmaları gerekmektedir. Finans piyasalarının da etkin bir şekilde çalışabilmesi için fon arz edenler ile fon talep edenlerin piyasanın işleyişi ile ilgili her türlü bilgiye doğru ve tam olarak sahip olması gereklidir. Ancak George Akerlof' un 1970 yılında çalışmalarında gösterdiği gibi finans piyasalarında ve kredi piyasasında asimetrik bilginin var olduğu anlaşılmıştır. Asimetrik bilgi piyasanın işleyişini bozarak ters seçim, ahlaki tehlike gibi önemli sorunlar ortaya çıkarmaktadır. Asimetrik bilgi piyasadaki bazı birimlerin diğer birimlere göre daha az bilgi sahibi olmalarını ifade etmektedir(Akerlof, 1970:488-500). Asimetrik bilgi sorununu George Akerlof 1970 yılında otomobil piyasasını örnek vererek, alıcıların satılan otomobillerin iyi ya da kötü oldukları konusunda yeterli bilgi sahibi olmadıklarını, dolayısıyla alıcı ve satıcılar arasında asimetrik bilgi sorunu olduğunu ifade etmiştir.

Asimetrik bilgiden dolayı iyi ve kötü otomobillerin her ikisi de aynı fiyattan satışa çıkmakta, söz konusu fiyat, kötü otomobil sahipleri için otomobillerini piyasa fiyatı üzerinden satışa sunmaları sonucunu doğurmaktadır. Böylece ahlaki tehlike sorunu ortaya çıkmaktadır. Buna karşılık otomobili iyi olan satıcıların ikinci el otomobil piyasasında kalmaları artık kârlı değildir. Sonuç olarak iyi otomobiller ikinci el piyasasından dışlanmakta ve piyasada sadece kötü otomobiller alınıp satılmaktadır. Bu durum ters seçim olgusunun yaşanmasına neden olur. Asimetrik bilgi, ters seçim ve ahlaki tehlike sorununa yol açmaktadır(Cengiz, 2010:153).

Asimetrik bilgi finansal aracılık hizmetlerinin hem önemli nedenlerinden biri hem de kredi piyasasının en önemli sorunlarından biridir. Asimetrik bilgi sorunu konusunda bankalar gerek kendi uzmanlıklarına bağlı olarak gerekse mesleki birlikler ve bilgi paylaşımı ile piyasanın etkin işleyişini sağlayan kuruluşlar olma

görevi görürler. Asimetrik bilgi sorunu nedeniyle bankalar ters seçim problemi ile karşı karşıya kalmaktadırlar. Bilgi eksikliği nedeniyle yanlış kredi kararları verebilmektedirler. Asimetrik bilgi finansal piyasalar ve en önemli kuruluşu olan bankaların yanlış kararlar almasına neden olan, en önemli risk kaynaklarından biridir. Asimetrik bilgiden kaynaklanan riski önlemek bankalar için kredilendirme sürecinde daha önemli hale gelmektedir.

Bankalardan kredi talep eden kişi ve işletmeler kendileri ile ilgili her türlü bilgiyi kredi talep ettikleri bankalara vermekten kaçınmakta, bunun sonucunda asimetrik bilgi problemi ortaya çıkmaktadır. Kredi talep eden firmalar, finansal durumları, ödeme istek ve alışkanlıkları, ortaklık yapısı, yönetim kalitesi, projeleri, gelir analizleri konularında doğal olarak bankalardan daha fazla bilgiye sahiptirler. Kredi talep eden işletmeler kendileri ile ilgili olumlu bilgiler verirken, olumsuz ve kredi açısından sorun olabilecek bilgiler vermekten kaçınmaktadırlar. Kredi talep eden işletmelerin, aldığı krediyi bankanın onayladığı işlerde ve projelerde kullanıp kullanmayacağı bilgisi bankanın bu konudaki bilgisinden daha fazladır. Aynı şekilde borç isteyen borç ödeme istek ve alışkanlıkları ile ilgili bilgisi bankanın bu konudaki bilgisinden daha fazladır. Ancak doğru bir kredi kararı, kredi talebinde bulunan işletmelerle ilgili kredi sürecinde bilinmesi gerekli olan tam ve doğru bilgilerin analizi sonucunda verilebilir.

“Asimetrik bilgi sorununun çözümünde bankalar önemli bir yere sahiptir. Mevduat olarak topladığı kısa vadeli fonları, kredi olarak uzun vadeli fonlara dönüştüren ticari bankalar kendisine borç veren ajanları(mudiler) ve kendisinin borç verdiği ajanları(kredi müşterileri) yakından izleyerek, onlar hakkında bilgi toplar. Topladığı bilgileri bir havuzda birleştirerek asimetrik bilgi sorununun yol açtığı ters seçim ve ahlaki tehlike davranış biçimlerinden kaçınmaya çalışırlar”(Tuncel, 2013:86).

Asimetrik bilginin bankalar ve piyasalar açısından neden olduğu temel etkileri aşağıdaki şekilde sıralayarak özetlemek mümkündür;

- Bankaların yanlış karar alarak ters, kötü seçim yapmalarına,
- Ahlaki tehlike nedeniyle bankanın risk ve karlılık dengesini bozmasına,
- Kredi piyasasında maliyetlerin yani faiz oranlarının artmasına,
- Risk algısını etkileyerek teminatların yapısının değişmesine neden olmaktadır.

Asimetrik bilginin neden olduğu sorunları aşmak için bankalar istihbarat ve bilgi paylaşım uygulamalarını geliştirmektedirler. Çünkü ters seçim diğer bir ifade ile kredi verilmemesi gereken kişiye kredi vermekten ve bu nedenle doğacak risklerden korunmak bankaların kârlılığı ve sürekliliği için önemlidir. Bankalar; ahlaki tehlikenin ortaya çıkardığı sorunların olumsuz etkilerini yok etmek için de kredi verdikleri işletmelerin verilen kredileri nasıl ve ne amaçla kullandıklarını yakından izleyecek yöntemler geliştirmekte, kredi tayinlaması gibi yöntemlere gitmektedirler(Şahin, 2012:6).

Bankaların krediler için teminat alma şeklindeki risk yönetim uygulamaları da özünde asimetrik bilgi nedeniyle ortaya çıkan sorunların olumsuz sonuçlarından kurtulmak için geliştirilen uygulamalardır. Bankalar asimetrik bilgi problemini ve olumsuz sonuçlarını ortadan kaldırma konusunda piyasalarda faaliyet gösteren kurum kuruluşlar içinde en çok uzmanlaşmış kuruluşlardır. Asimetrik problemin neden olduğu sorunların doğru kararlar alınarak ortadan kaldırılabilmesi için bankalar, kredi karar analizlerinde kalitatif ve kantitatif istihbarat kaynaklarından topladıkları bilgileri çeşitli yöntemlerle analiz etmektedirler. Bir anlamda finansal piyasalardaki diğer işlemlerde olduğu gibi kredi karar analizi bir bilgi sorunu olarak ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte tam ve doğru bilgilerin etkin yöntemlerle analizi kredi kararlarının temelini oluşturmaktadır.

4.4.2. Finansal analiz ve raporların sınırlılıkları

Mali analiz faydalı olmakla birlikte yapılan analizler işletmeleri tam olarak yansıtmayabilmektedir. Diğer bir ifade ile kredi verenler kredi talep eden firmalarla ilgili bilgilerin tamamına mali analiz yaparak ulaşamamaktadır. Bunun temel nedeni işletmeler ile ilgili maddi olmayan bilgilerin ve mali tablolara yansıtılmayan ya da bu

tablolarda yer almayan bilgilerin bulunmasıdır. Başka bir ifade ile mali tabloların sınırlılıkları olduğu görülmektedir. Bu sınırlılıkları aşağıdaki şekilde sıralamak mümkündür(Akgüç, 1995: 4);

- Mali tablolar geçicidir.
- Belli bir döneme ait gelirin hesaplanması öznelidir.
- Mali tablolarde yer alan rakamlar tam doğru ve kesin değildir.
- Mali tablolar farklı tarihlerde farklı para değeriyle ifade edilen işlemleri içerirler.
- Mali tablolar firmaların mali yapısını ve durumunu etkileyen tüm faktörleri gösteremezler.

Kredi analizinin gelecekle ilgili analiz olduğu dikkate alındığında finansal tablolarde geleceğe yönelik olarak bilgileri elde etmede zorluklar bulunmaktadır. Mali tabloların geçmişe ait olması, analizin kapsadığı yıllar dışındaki diğer yıllar için tümüyle bir analiz yapılamadığını ifade eder. Bu ise işletmeleri dönemsel olarak değerlendirmeyi sağlamaktadır; işletmenin net varlık ve kaynak durumunu ortaya koyamama sakıncasını doğurmaktadır. Ayrıca maddi olmayan varlıkların değer ve tespitinde mali tablolar yeterli bilgi sunamamaktadır.

Gelirlerin öznel olarak hesaplanması yani işletme yönetiminin seçmiş olduğu muhasebe politikaları, stokları değerlendirme ölçüsü, seçilen amortisman yöntemi, karşılık ayrılmasında kabul edilen ilkeler kâr hesaplamasını etkiler. Farklı değerlendirme ölçüleri farklı sonuçlar verir(Akgüç, 1995:3).

Mali tablolardaki rakamların gerçeği yansıtmaktan uzak oluşunun önemli bir nedeni de kayıt dışılıktır. Ekonomilerde yaşanan kayıt dışılık yine firmaların mali tablolarına yansımayan ve işletmenin gerçek durumunu görmeyi engelleyen önemli bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır. Bankalar tarafından kayıt dışı ekonomi ile ilgili çeşitli araştırmalar yürütülerek kayıt dışı ekonominin bankaların iş ve işlemlerinde dikkate alındığı görülmektedir. İşletmelerde muhasebe kayıtlarının tutulmasına gerekli özen gösterilmeyerek eksik işlemler yapıldığı zaman mali tablolar sağlıklı ve

doğru analiz yapılması için uygun olamamaktadır. Özellikle bireysel ve küçük işletmelerin kredi analizinin sadece mali verilerle yapılması mümkün görünmemektedir. Mali verilerin objektif ve standart sonuçlar vermemesi bunun temel nedenidir. Bu tür küçük ölçekli işletmelerde ve kişilerde kredibilite adeta kişi ile özdeşleşmiştir. Vergiden kaçırmanın alternatif finansman kaynağı olarak değerlendirilmesi nedeniyle finansal veriler gerçeği yansıtamamaktadır. Finansal raporların hazırlanma nedenini işletmelerin çoğunluğu yasal zorunluluk olarak değerlendirmektedir(Yazıcı, 2011:117-118).

Mali tablolardaki rakamlar enflasyonist ortamlarda yanıltıcı olabilmektedir. Ayrıca işletmelerin mali yapısını etkileyen ancak mali tablolarda yer almayan pek çok faktör bulunmaktadır. Örneğin, işletmelerin yöneticilerinin ve ortaklarının eğitim durumları ve yönetim yetenekleri, işletmenin kuruluş yeri, müşteri hacmi, yönetici ve ortakların moraliteleri, sektörde yaşanan gelişmeler, personel kalitesi, diğer firmalarla ve çevreyle olan ilişkiler sayısal olarak ifade edilemeyen ve mali tablolarda yer almayan faktörlerden bazılarıdır. Dolayısıyla mali analiz sonuçları önemli olmakla birlikte işletmelerin kredi taleplerinin değerlendirilmesi sürecinde yeterli veri tabanı oluşturamamaktadır. Bununla birlikte bankalar kredi taleplerini değerlendirirken kredi kararını etkileyebilecek bütün faktörleri dikkate almak zorundadırlar.

Kredi verme davranışı, pek çok kriterin dikkate alınarak, bu kriterlerin birlikte değerlendirilmesini gerektiren çok kriterli karar verme faaliyetidir. Dikkate alınması gereken kriterlerin bir kısmı mali analizde olduğu gibi sayısal değerler içerirken bir kısmı ise sayısal olmayan değerler içermektedir. Sayısal değerler almayan bu bilgileri de mali tablolar ve mali raporlar yansıtamamaktadır.

Çok sayıda kantitatif ve kalitatif kriteri dikkate almayı gerektiren kredi analizi birçok kriterden etkilenmektedir. Bu kriterlerin bazıları birbirini bütünlerken bazıları birbirleri ile çelişebilmektedir. Diğer bir ifade ile kriterler arasında doğru ve ters yönlü korelasyon bulunmaktadır. Örneğin, mali analiz yapılması sırasında hesaplanan değerlerden olan borçlanma oranı, bir diğer kriter olan özsermaye ve

varlıkların etkin kullanımı için hesaplanan değer ters yönde hareket etmektedir. Borç oranının yükseltilmesi özsermaye verimliliği ve etkinliğini artırırken, belirli bir noktadan sonra alınacak borç mali yapıyı bozmakta, firmanın borçlanma kapasitesini olumsuz etkilemektedir. Buna benzer pek çok ilişki firmanın mali analizi sırasında ortaya çıkmaktadır. Bu durumda kriterlerin bağımsız olarak tek başına incelenmesi mümkün olamamaktadır.

İşletmelerin kredi taleplerini değerlendirirken nicel faktörler yanında pek çok nitel faktör dikkate alınmaktadır. Örneğin, firma yöneticisi ve ortakların eğitim, iş tecrübesi, yönetim yetenekleri, moraliteleri, mali istihbaratları gibi pek çok kriter kredi kararı verilirken dikkate alınmaktadır. Bu nedenle kredi kararı verilirken mali tablolar ile yapılan finansal analiz yararlı olmakla birlikte yeterli olamamaktadır. Kredi riskinin tam ve doğru olarak ölçülebilmesi için çeşitli yöntemler geliştirildiği görülmektedir. Yapılan bir çalışma sonucuna göre kredi verilirken en önemli unsur olarak subjektif nitelikteki istihbarat unsurunun alınmasına dikkat çekilmiştir(Ünal ve Yücedağ, 2013:74).

4.5. Risk ve Kredi Riski Yönetimi

Risk kavramının sözcük anlamı tehlikedir(Usta, 2000:31). Günlük hayatta olası bir tehlike ya da kaybı ifade edebilmek için risk sözcüğünün kullanıldığı görülür. Risk ve belirsizlik kavramları birlikte düşünülen ve tehlikeyi ifade etmekte kullanılan iki kavramdır. Risk kavramı beklenen getiriden sapmalar veya beklenmeyen gider artışı ya da her ikisinin birlikte gerçekleşmesi nedeniyle ortaya çıkan kaybı ifade eder.

Risk kavramının çeşitli bilim dalları tarafından farklı tanımlarının yapıldığı görülmektedir. Bankacılıkta risk genel olarak bankanın zarara uğraması olasılığını ifade ederken, kredi riski bankaların kredili müşterilerine tahsis ettikleri limitin kullanılan kısmı olarak da ifade edilmektedir. Kredi limitinin kullanılan kısmının tutarını ve bu tutarın ödenmeme olasılığını ifade eden kredi riski, bu anlamda tehlikenin nihai parasal büyüklüğü ve tehlikenin gerçekleşme olasılığı olarak iki farklı anlamda kullanıldığı görülmektedir. Risk, bankacılıkta tahsis edilen bir limit

dahilinde kalmak ve bankanın talep ettiği tarihte(kredinin vadesinde) tüm borcunu geri ödemek koşuluyla müşterinin banka kaynaklarını kullanması(nakit risk) veya bankanın kendisine sağladığı yazılı garanti, teminat metinleri desteğiyle üçüncü taraflar ile ticari işler yapabilmesidir(Şakâr, 2001:78) Bu değerdendirmeler kapsamında bankalarca kredilerin geri tahsil edilmesi ile de kredi risklerinin tasfiyesi sağlanmış olmaktadır.

Bankalar çok çeşitli risklerle karşılaşmakla birlikte üstlenmiş oldukları temel risk, kredi riskidir. Kredi riskinin gerçekleşmesi durumunda bankalar, kredi olarak verdikleri fonların anapara ve faiz tahsilatını yapamayacak veya verdiği kefalet ve garantiler sonucu ödemeler yapmak zorunda kalacak ve zarar edeceklerdir. Bu nedenle bankalar kredi taleplerini çok dikkatli ve kapsamlı bir şekilde analiz ederek karar vermek durumundadırlar. Kredi talepleri değerdendirilmesi sürecinde yanlış kararlar alınması bankalar açısından kredi riskine neden olacaktır. Bankalar kredi riskini doğru bir şekilde yöneterek kredi riskini en aza indirmek için çeşitli yöntemler kullanmaktadır. Bankalar ve diğer finansal kuruluşlar bu anlamda risk yönetiminde uzmanlaşmış birer risk yönetimi kuruluşlarıdır. Finansal kuruluşlarda üstlenilen parasal yükümlülüğün, riske maruz tutar olarak değerdendirilerek risk yönetimi faaliyetinin kapsamını oluşturur. Risk yönetimi, riskin tanımlanmasına, analizine, değerdendirilmesine, mücadele edilmesine ve izlenmesine ilişkin yönetim politikalarının, prosedürlerinin ve uygulamalarının sistematik bir bütünü olarak tanımlanabilir(Çipil, 2008:11).

Riskler risk kaynağına göre sistematik riskler ve sistematik olmayan riskler şeklinde ikiye ayrılarak ifade edilmektedirler. Bankalar ve kredi riski açısından düşünüldüğünde sistematik riskler kredili işletmelerin dışında piyasada ortaya çıkan ve bütün kredi işlemlerini etkileyen ortak risklerdir. Sistematik olmayan riskler ise kredi verilen firmanın yönetim ve denetimi gibi o firmaya özgü risklerden oluşmaktadır. Bankacılık açısından risk çeşitli şekillerde ortaya çıkmakla birlikte bankaların fon arz ve talebine aracılık etmeleri nedeniyle karşılaştıkları riskler genellikle finansal karakterli risklerdir. Bankalar kredi riski dışında çeşitli risklerle karşı karşıya kalabilmektedir.

4.5.1.Bankacılıkta karşılaşılan riskler

Bankalar faaliyetlerini sürdürürken çalışmanın doğrudan konusunu da oluşturan kredi riski dışında faiz riski, kur riski, ülke riski, operasyonel risk, kredi riski gibi farklı nitelikteki risklere maruz kalabilmektedir. Bankaların karşılaştıkları bu riskler nihai olarak kredi riski biçiminde ortaya çıkabilmekte ve bankaları olumsuz etkilemektedir.

Piyasa riski

Bankanın dışında piyasada oluşan arz ve talep değişimleri, finansal piyasalarda oluşan krizler, faiz ve kurlarda beklenmeyen değişiklikler, piyasa riskini oluşturan bazı nedenlerdir. Bankalar ellerindeki finansal araçların değerindeki değişimler nedeniyle piyasa riskine maruz kalabilmektedirler.

Likidite riski

Bankanın fon giriş ve çıkışlarının gerek miktar gerekse vade uyumunun sağlanamaması sonucunda ortaya çıkan risklerdir.

Faiz oranı riski

Bankanın, faiz oranlarındaki yükselme veya düşüşler sonucunda karşılaştacağı risklerdir. Faiz oranlarının yükselmesi veya düşmesi bankaların varlıklarında ve borçlarında miktar değişimi oluşturacaktır.

Kur riski

Kur riski bankaların varlık ve yükümlülüklerinin yabancı para cinsinden olması halinde, kurlardaki değişim nedeniyle karşılaştacağı riskleri ifade eder.

Ülke riski

Bir ülkenin ekonomik, siyasi, sosyal şartlarına bağlı olarak meydana gelen risklerdir. Ülkelerde meydana gelen bu riskler altında borçluların bankalara ödemelerinde sorunlar ortaya çıkacaktır. Uluslararası kredi işlemlerinde ülke riski önemli bir risk olarak dikkate alınmalıdır.

Operasyonel risk

Bankaların kredi verme sürecinin her aşamasında süreçler, insan hataları, sistem hataları gibi nedenlerle ortaya çıkan risklerdir.

Kredi riski

Kredi riski ise bankaların kredi kullandırdıkları gerçek ya da tüzel kişilerin bankalara olan borçlarını geri ödeyememe ve yükümlülüklerini yerine getirememeleri nedeniyle ortaya çıkan risklerdir. Genel bir yaklaşımla kredi riski verilen kredinin geri ödenmeme ihtimalidir(Ünal ve Yücedağ, 2013:66). Kredi riski, bankalar tarafından doğru bir kredi karar analizi kullanıldığında yönetilebilecektir. Kredi riskleri bir bankanın kredi müşterisinin ayrıntılı incelenmesi ve analiz edilmesi ile azaltılabilecektir. Bunun için bankalar kredi değerliliğini ölçeceği kişilerle ilgili her türlü ayrıntılı bilgiye titizlikle ulaşmak ve değerlendirmek zorundadırlar. Kredi riskinin önlenmesi için bankalar çeşitli yöntemlerle kredi karar analizini gerçekleştirmektedirler.

4.6. Kredi Riski Ölçüm Yöntemleri

Piyasadaki asimetrik bilginin varlığı, finansal analiz ve finansal raporlamanın sınırlılıkları, ekonomide belirsizliklerin ve risklerin artması ve ekonomide yaşanan ani değişimler sonucunda kredi karar analizinin önemi her geçen gün artmaktadır. Bankaların kredi taleplerini değerlendirmesi, derecelendirme olarak da ifade edilmektedir. Derecelendirme, kredi riskinin değerlendirilmesini temerrüt ve kayıp tahminlerinin sayısallaştırılmasını sağlayacak olan her türlü yöntem ve süreçleri, ifade etmektedir. Derecelendirme işlemi derecelendirme kuruluşlarınca dışarıdan yapıldığında dışsal derecelendirme, bankaların kredi talebinde bulunan kişi veya firmalara kendi iç değerlendirme sistemleri ile yaptıkları derecelendirme ise içsel derecelendirme olarak nitelendirilir.

Günümüz ekonomilerinde rekabetin arttığı ve ekonomik süreçlerin giderek kısaldığı görülmektedir. Sosyal ve psikolojik nedenlerle tüketici tercihleri sürekli değişmekte ve işletmeler arasındaki rekabet üretim teknolojilerinde yaşanan gelişmeler sonucunda giderek artmaktadır. Yaşanan bu değişimler sonucunda

işletmelerin finansal durumları çok hızlı değişime uğrayabilmekte bu değişim kredi değerlendirmelerinin zorlaşmasına neden olmaktadır. Ayrıca bankalar arasında yaşanan rekabetin sonucunda karar alma sürelerinin de kısaldığı görölmektedir. Müşterilerin kredi taleplerine hızlı cevap veren bankalar, müşteriler tarafından tercih edilmektedir. Kredi riskinin Basel kriterleri gereğince banka sermayeleri ile sınırlandırıldığı ve teminat yapılarının değiştiği görölmektedir. Piyasalarda yaşanan değişim ve gelişmeler sonucunda kredi taleplerinin değerlendirilmesi bankalar açısından güncelliğini koruyan bir karar problemi olmaktadır. Bilgisayar teknolojisinin gelişmesine bağlı olarak, risk ölçümü ve derecelendirme konusunda son yıllarda hızlı gelişmelerin yaşandığı görölmektedir. Dünya genelinde iflasların sayısında yaşanan artışlar, artan rekabet, piyasalarda varlıkların değerlerinde ve faiz oranlarındaki dalgalanmalar nedeniyle kredi risk ölçümü son 20 yılda üzerinde önemli ölçüde gelişmiştir(Altman ve Saunders, 1998:1723). Bu gelişmelere bağlı olarak firma derecelendirme ve risk ölçümü konusunda yapılan çalışmaların son yıllarda arttığı görölmektedir.

Bankacılık, risk ölçümü ve risk yönetimi esasına dayanan bir faaliyet koludur. Kredilerin geri ödenmesini etkileyen risk kaynakları sadece firmadan kaynaklanmamakta firma dışında sistematik riskler söz konusu olabilmektedir. Sistematik riskler, bütün firmaları aynı derecede etkileyen ülke riski, politik risk, doğal afet risklerini içermektedir(Kavcıoğlu, 2011:9). Ölçülemeyen risk yönetilemediği için üstlenilmesi doğru bir karar olarak değerlendirilmemektedir. Kredilendirme sürecinde ve kredi riski yönetiminde temel amaç banka kârlılığını sağlayarak karşılaşılacak riskleri yani kredi zararlarını en alt düzeyde tutmaktır.

Piyasa riskleri ve diğer olası riskler nihai olarak bankacılıkta kredi riski, geri ödememe riski olarak ortaya çıkmaktadır. Kredinin sorunlu hale gelmesi diğer bir ifade ile kredinin temerrüde düşme ihtimalinin hesaplanmasında ve kredi limit ve kredi kullandırım şartlarının tespitinde çeşitli yöntemler kullanıldığı görölmektedir. Kullanılan yöntemler geleneksel yöntemler, matematiksel ve istatistiksel modeller, gelişmiş yeni modeller ve uzman sistemler şeklinde sınıflandırılmaktadır.

4.6.1. Kredi riski ölçümünde geleneksel yöntem: Ekspertiz modelleri

Bu modeller niteliksel kredi değerlendirme yöntemleri olup, kredi riskinin ölçümünde bir uzman ya da uzman grubunun değerlendirmesine dayanan modellerdir. Bu yöntemlerden en çok bilineni “Beş C” modelidir. Ekspertiz modellerinde kredi değerliliği ile ilgili faktörlere verilen ağırlıklar çerçevesinde değerlendirmeler yapılmaktadır. Geleneksel değerlendirme yöntemleri uzman kişilerce işletmelerin mali tablolarından yola çıkarak yaptıkları değerlendirmeleridir. Bu değerlendirmeler belirli bir formüle dayanmayan ve standardize olmayan ve geçmişten günümüze çeşitli bankalarda farklı uygulayıcıların subjektif değerlendirmeleridir. Bu yöntemlerde temel kredilendirme ilkeleri etrafında, tecrübe ve sezgilerle işletmelerin mali tablo verileri değerlendirilerek bir karara varılmaktadır. Temel kredilendirme ilkeleri aynı zamanda değerlendirme ölçütleri olup, bu kriterlere verilen ağırlıklar ve puanlama ile değerlendirme yapılmaktadır. Bu yöntemlerin eleştirilen yanları subjektif değerlendirmelere dayalı olmasıdır.

4.6.2. Kredi skorlama modelleri

Borçlunun gözlemlenebilen özellikleri ile ilgili verilerden yola çıkılarak kredi skorlama modelleri ile temerrüt ihtimalinin hesaplanması ya da borçluların farklı temerrüt gruplarına ayrımı yapılmaktadır (Öker, 2007:212). Toplanan veriler kullanılarak işletmelere ait bir kredi notu, risk notu ya da grubu belirlenmektedir. Bu değerlendirmeler skor hesaplama ve derecelendirme şeklinde ifade edilmektedir. Derecelendirme bir sıralama iken skor hesaplama ise standart bir ölçek içinde bir puan verme şeklinde yapılmaktadır. Derecelendirme vade yapısı, kredi türü, faaliyet konusu gibi unsurlara göre yapılmaktadır. Bu yöntemler kredi sürecinde operasyonel işlemlerin süresini kısaltarak, operasyonel hataların en aza indirilmesinde yararlı olan yöntemlerdir.

Kredi skorlaması, müşteri kredibilitesinin ölçülmesinde derecelendirme veya skor hesaplamak için belirlenecek kriterlerin ve önemlerinin belirlenmesi önemlidir. Kredi skoru hesaplanmasında sonuç genellikle 0 ile 100 arasında bir rakamla ifade edilir.

Derecelendirme bir kuruluşun finansal yükümlülüklerini zamanında yerine getirip getirmeyeceğini tahmin etmek üzere kullanılan, firmanın geçmiş ve bugünkü nitel ve nicel verilerine dayanarak yapılan bir sınıflandırma sistemidir(Yazıcı, 2011:120-121). Derecelendirmede işletmelerin daha önceden belirlenen bir sınıflandırmada, ölçeğin hangi puan aralığında yer aldığı, hangi sınıfa dâhil olduğu tespit edilmeye çalışılır ve bu sonuca göre kredi kararı oluşturulur.

Bu modellerde kredi kararının verilmesinde etkili olan her türlü kriter sayısal olarak değerlendirilmekte ve işletmeler aldıkları puanlara göre çeşitli risk gruplarına ayrılarak sınıflandırılmaktadır. Burada amaç, belirli puan aralıkları yani risk grubu aralıkları belirleyerek işletmelerin kategorize edilerek değerlendirilmesidir. Belirlenen risk gruplandırmaları işletmelerin vade, fiyat, teminat gibi kredi kullandırma ile ilgili şartların belirlenmesinde de kullanılmaktadır. Temerrüt riski gruplar halinde belirlenir. Kredi skorlama modellerinde öncelikle kredi sürecinde etkili kriterler olan bağımsız değişkenler belirlendikten sonra kriterlere ait ağırlıklar belirlenmektedir.

Kredi skorlama modellerinden en çok bilinenleri Lineer Olasılık Modeli, Logit Modeli, Probit Modeli, Altman'ın geliştirdiği Diskriminant Analizi yöntemleridir.

4.6.2.1. Lineer olasılık modeli

Lineer olasılık modeli, bağımlı değişkenin 0 ile 1 arasında değer aldığı bir regresyon modelidir(Öker, 2007:216-217). Burada temerrüt olasılığına etki eden faktörlerin yani bağımsız değişkenler ile bağımlı değişken olan temerrüt olasılığı arasında doğrusal bir ilişki olduğu varsayılmaktadır.

Model tahmini;

$$Z_i = \sum b_i X_{ij} + \varepsilon, \text{ formülü ile yapılır.}$$

Modelde Z_i temerrüde düşme olasılığını yani bağımlı değişkenin alacağı değeri gösterirken X_{ij} nedensel bağımsız değişkenleri, b_i j. değişkenin önem derecesini göstermektedir. Modelde temerrüde düşen krediler $Z_i=1$ ve geri ödemesi yapılan krediler $Z_i = 0$ olarak gösterilmektedir. Bu modelde X_{ij} bağımsız değişkenlerinin tespit edilmesi ve bağımsız değişkene ilişkin niceliksel bilgilerin elde edilmesi ile uygulanır. Bağımsız değişkenlerin ve etki ağırlıklarının tespitinde geçmişteki verilerden faydalanılmaktadır.

Modelde işletmelerin temerrüt olasılığı üzerinde etkili olan faktörlerin geçmiş dönemlerdeki verileri girdi olarak kullanılmaktadır(Öker, 2007:216-217). Modelde bulunan temerrüde düşme oranı her zaman 0 ile 1 arasında çıkmadığı için Logit Model kullanılır(Kavcıoğlu, 2011:14).

4.6.2.2. Logit modeli

Logit modeli bağımlı değişken olan kredinin temerrüt olasılığının değerinin hesaplanmasına dayanır. Logit modelde temerrüt olasılığı fonksiyonel bir şekilde dağılmaktadır. Kümülatif temerrüt olasılığı 0 ile 1 arasında hesaplanmaktadır. Modelde bağımsız değişkenlerin değerleri büyüdüğünde, bağımlı değişken olan temerrüt olasılık değeri 1'e doğru yaklaşan bir fonksiyondur. Yani olasılık değeri ile Z_i arasındaki ilişki doğrusal bir ilişki olmayacaktır(Yıldız, 2014:80).

Modelin tahmini;

$$F(Z_i) = \frac{1}{1 + e^{-Z_i}} \text{ formülüyle yapılır.}$$

Burada $F(Z_i)$ kredi temerrüt ihtimalini, Z_i lineer olasılık modeliyle tahmin edilen değeri göstermektedir.

4.6.2.3. Probit modeli

Probit modelde temerrüt olasılığı 0 ile 1 arasında hesaplanır. Probit model, temerrüt olasılığının biçimsel bir fonksiyon olmasından farklı olarak normal dağılım göstermesi ile Logit modelden ayrılır(Kavcıoğlu, 2011:14). Logit ve Probit modelleri birbirine yakın sonuçlar tahmin etmektedir.

4.6.2.4. Lineer diskriminant modelleri

Diğer bir skortlama modeli de Edward Altman'ın 1968 yılında geliştirdiği Lineer Diskriminant Analizidir. Bu yöntemde 5 adet mali oran kullanılmış ve çok değişkenli diskriminant analiz yöntemi ile bir diskriminant fonksiyonu elde etmiştir. Burada yöntemin temel ölçüsü Z değeri işletmelerin risk grubunu ayırmada kullanılmaktadır. Aşağıda gösterilen Z değeri kredi talep eden işletmenin finansal oranlarına ve bu oranların geçmişte işletmelerin temerrüde düşme olasılığına etkilerini yansıtan önem, ağırlıklarına göre değişmektedir(Altman, 1968:594-595):

Z : Diskriminant fonksiyonu,

X1: Net İşletme sermayesi/ Toplam varlıklar

X2: Dağıtılmamış karlar/Toplam varlıklar

X3: Faiz ve vergi Öncesi Kar/ Toplam varlıklar

X4: Hisse Senetlerinin Piyasa Değeri / Toplam Borcun Defter Değeri

X5: Satışlar/ Toplam varlıklar

$$Z=1,2X_1+1,4X_2+3,3X_3+0,6X_4+1X_5$$

Bu fonksiyonla bulunan Lineer Diskriminant Analizi yine Altman tarafından geliştirilen bir ölçekle karşılaştırılmakta ve işletmenin temerrüt riskini tespit etmeye çalışmaktadır.

Modele göre ;

$Z > 1.81$ ise düşük temerrüt riski,

$Z < 1.81$ ise yüksek temerrüt riski olarak ifade edilmektedir(Kavcıoğlu, 2011: 14, Öker, 2007:221).

4.6.3. Kredi skortlama modellerinin eksik yanları

Kredi skortlama modelleri çeşitli bakımlardan eleştirilmiştir. Bu eleştirileri aşağıdaki şekilde sıralamak mümkündür:

- Mali oranlarla çok değişkenli istatistiksel analiz tekniklerini bir arada kullanan çalışmalarda bağımsız değişkenler arasında korelasyon bulunmadığı varsayılmaktadır. Ancak oranlar arasında korelasyon bulunmaktadır. Çünkü bir oranın payı diğer bir oranın paydasını oluşturabilmektedir. Bu da tahminlerin doğruluğunu zayıflatmaktadır(İ ve Yurdakul, 2000:4).
- Çok değişkenli istatistiksel analiz tekniklerinde kullanılan bağımsız değişkenlerin normal dağıldığı varsayılmaktadır. Ancak yapılan araştırmalar dağılmanın normal dağılmadığını göstermiştir. Oranların normal dağılıma uymaması; normal dağılım varsayımına dayanan çok değişkenli diskriminant analizi ve regresyon analizlerinde doğru özümnden uzaklaşarak soruna neden olmaktadır(İ ve Yurdakul, 2000:4).
- İstatistiki çalışmalarda yığınla çalışmak olanaksız olduğu için yığın içinden temsili örnekler seçilmesidir. Örneğin yığını temsil edebilmesi ancak örneğin belli bir büyüklükte olması ve yığından rassal olarak seçilmesi koşullarına bağlıdır. Bu koşul ise genel olarak sağlanamamaktadır. Rassal örnekleme yapılamaması ise finansal başarısızlığa uğramış işletmelerin örnek içerisinde, gerçekte olduğundan daha yüksek oranda temsil edilmesine neden olur. Bunun sonucunda; başarısız işletmelerin başarılı, başarılı işletmelerin ise başarısız olarak tahmin edildiğı belirlenmiştir(İ ve Yurdakul, 2000:5).
- Matematiksel modellerin, ölçülemeyen soyut bilgilerin değerini dikkate alarakve matematiksel olarak çok karışık ise anlaşılıp doğru bir şekilde kullanılmasının zor olması gibi kısıtları vardır(İ ve Yurdakul, 2000:5).
- Skorlama modellerinde tahmin edilen değerlerin ve olayların kısa dönemde sabit kalacağı varsayımı yapılırken makro-ekonomik faktörler ve sektörel faktörler bu modellerde göz ardı edilmektedir(Kavcıoğlu, 2011:14).
- Skorlama modelleri temerrüde düşme ya da düşmeme gibi yalnızca borçlu davranışının uç noktaları ile ilgilenmektedir(Kavcıoğlu, 2011:14). Bununla

birlikte kredi kararı müşterilerin taleplerini bir bütün olarak evet ya da hayır şeklinde değil zaman zaman farklı şartlarda talep edilenden farklı kredi limiti belirlenmesi şeklinde oluşabilen dinamik bir niteliktedir.

- Skorlama modelleri kredi riskine etki eden ve ölçülmesi zor olan kriterleri dikkate almamaktadır. Daha çok nicel değişkenlerden yola çıkarak risk ölçümü yapmaktadır.

4.6.4. Gelişmiş modeller

Geleneksel kredi değerlendirme yöntemlerindeki ve kredi skorlama yöntemlerindeki eksiklikler başta olmak üzere, işletmelerin bilanço dışı risklerinin artması, kredi kâr marjının düşmesi, teminat değerlerinin değişmesi, teknolojik gelişmeler yeni kredi risk modellerinin üretilmesini gerektirmiştir. Değişen şartlar çerçevesinde kredilerin geri ödenmeme olasılığının hesaplanması ile ilgili yeni yöntemler geliştirilmiştir(Kavcıoğlu, 2011:14). Gelişmiş modeller Metron Tabanlı Modeller, Tarihsel Temerrüt Oranı Yaklaşımı, Tarihsel Dönem Yapı Yaklaşımı, Opsiyonlu temerrüt Modeli, RAROC Modelleri olarak beş grupta incelenmektedir.

4.6.4.1. Merton tabanlı modeller

Kredi riskinin diğer bir ifadeyle temerrüt riskinin tahmin edilmesinde mali tablolar analizi ile yapılan değerlendirmelerde tarihi maliyetle kaydedilmiş veriler kullanılmaktadır. Zaman içerisinde işletmenin yükümlülüklerini yerine getirememe riskini ölçemeyebileceği için dönemsel mali tablo verilerinin kullanımının yanı sıra güncel piyasa bilgilerinin de kullanımının yöntemlerin etkinliğini artıracak ifade edilmektedir. Bu bakış açısıyla piyasa fiyatlarındaki dinamizmi yansıtacak bir model geliştirilmiştir. Bu model 1974 yılında Robert C. Merton tarafından geliştirilmiştir. Merton tabanlı modellere göre kredi vadesi sonunda işletmelerin varlık fiyatları, yükümlülüklerinin değerinin üzerinde ise temerrüt riski düşük olarak ifade edilmektedir. Merton tabanlı modeller finansal piyasalar ve işletmeleri etkileyen mikro ekonomik değişkenlere dayanmaktadır.

Bu modeller; işletmelerin başarısızlığı veya başarısını, işletmenin mali tablolarından elde edilen verilerle değil; varlık fiyatlarına göre tahminlemeye

çalışmaktadır. Merton'un opsiyon fiyatlandırma ilkeleri kullanarak geliştirdiği bir çerçeveye dayanmakta olup bir firmanın temerrüt süreci, firmanın varlıklarının değeri ile temerrüt riskine göre belirlenmektedir(Kavcıoğlu, 2011:15). Bu modellere göre kredilerin geri ödenip ödenmeyeceği ile finansal piyasalar arasında doğru yönlü bir korelasyon vardır. Piyasalardaki dalgalanmalar ve hisse senedi fiyatlarındaki değişimler varlık fiyatlarını etkileyerek temerrüde düşme olasılığını etkilemektedir. Bu modellere göre vade sonundaki yükümlülüklerin değeri, varlıkların değerinden daha yüksek ise temerrüde düşme ihtimali doğmaktadır.

4.6.4.2. Tarihsel temerrüt oranı yaklaşımı

Tarihsel temerrüt oranı yaklaşımında derecelendirme için, risk notlarına göre sınıflandırılmış tahvillerin temerrüt oranlarına göre tahminler yapılmaya çalışılmakta ve bu yönüyle skortlama modellerine benzemektedir. Modelde bankalar daha önceden derecelendirilerek gösterge durumunda bulunan tahvilleri baz alarak benzer nitelikteki kredilerin temerrüt riskini hesaplamaya çalışmaktadır(Öker, 2007:225).

Modelde tahmin, Y1 ve Y2 değerlerinin hesaplanmasıyla yapılmaktadır.

Y1, B derecedeki bir kredinin birinci yıl sonunda sorunsuz olma olasılığını, (1-Y1) marjinal temerrüt oranını,

Y2 birinci yıl sonunda herhangi bir temerrüt hali olmaması durumunda, ikinci yılda kredinin sorunsuz olma olasılığını, (1-Y2) ikinci yılın marjinal temerrüt oranını gösterir.

Bir işletmenin 3 yıl vadeli ticari kredisinin temerrüt olasılığının hesaplanmasında (Marjinal Morality rate) temerrüt oranı aşağıdaki şekilde gösterilir;

$$\text{Toplam marjinal temerrüt oranı} = 1 - (1 - \text{mmr})_1 * (1 - \text{mmr})_2 * (1 - \text{mmr})_3$$

$$\text{MMR1} = \frac{\text{İhraççıların 1.yılda olan X dereceli tahvillerin toplam temerrüde düşme tutarı}}{\text{İhraççıların 1.yılda olan X dereceli tahvillerin toplam tutarı}}$$

Bu model temerrüt riski olasılığının geçmiş değerler üzerinden hesaplanması nedeniyle eleştirilmektedir.

4.6.4.3. Tarihsel dönem yapı yaklaşımı

Tarihsel dönem yapı yaklaşımı yöntemi, piyasayı baz alarak temerrüt olasılığını ölçmeye çalışan yöntemlerdendir. Burada hazine tahvilleri ile işletmelerin borçlanmak amacıyla çıkarmış oldukları tahvillerin faiz ödemeleri arasındaki faiz farkı(marj) işletmelerin risk algılaması ile ilgili bilgi vermektedir. Risksiz faiz oranı diğer bir ifade ile devlet tahvillerinin ifade ettiği gösterge faiz oranları ile işletmelerin tahvil ihraç etmeye razı oldukları faiz oranları arasındaki fark(marj) risk algılaması ile ilgili piyasa beklentisi oluşturmaktadır. Piyasada oluşan risk priminden yola çıkarak temerrüt olasılığı hesaplanmaya çalışılmaktadır.

Bu yöntem iki şekilde hesaplama yapmaktadır. Yöntemde bir dönemli borçlanma araçlarında oluşabilecek temerrüt olasılığı ve birden çok dönemli borçlanma araçlarında oluşabilecek temerrüt olasılığı olmak üzere iki durum incelenmektedir. İşletmenin bir yıl vadeli borçlanması durumunu ifade ederken, borçlanmanın bir yıldan daha uzun vadeli olması durumunda çok dönemli borçlanma temerrüt olasılığı söz konusudur(Öker, 2007:226-232). Modele göre ;

$$P(1+k)+(1-P)*0=1+i, \quad \text{iken algılanan ödenme olasılığı,}$$
$$P=(1+i)/(1+k) \text{ olmaktadır.}$$

Burada P : Borçların geri ödenme olasılığını,
 $1-P$: Borçların temerrüde düşme olasılığını,
 k : İşletme tahvillerinin faiz oranını,
 i : Risksiz faiz oranını ifade etmektedir.

4.6.4.4. Opsiyonlu temerrüt modeli

Bir firmanın tahvil ihracı ile borçlanması veya banka kredisi kullanması ve bu borçlarını geri ödeyememesi, geri ödememe opsiyonu ya da temerrüde düşme opsiyonu olarak ifade edilir. Bu yaklaşım yatırım ve varlık değerinin kredi yükümlülüklerinin gerisine düşen borçların geri ödemedede bulunamayacağı varlıklarını alacaklılara devretme opsiyonuna sahip olacağını ifade eder(Kavcıoğlu, 2011:15).

4.6.4.5. Sermayenin risk ayarlı getirisi (RAROC modelleri)

RAROC yaklaşımın dayandığı temel düşünce, borcun riskine karşılık beklenen getirisinin dengelenmesidir. “RAROC, kredinin bir yıllık gelirinin kredinin riskine ya da sermaye riskine oranlanmasıyla hesaplanmaktadır. Bir kredi ancak RAROC’un bankanın gösterge maliyetine göreceli olarak yüksek olduğu durumda kabul edilirken; RAROC bankanın RAROC göstergesinin altına düşerse, kredinin kârlı hale getirilmesi için kredinin vadesi yeniden gözden geçirilmelidir”(Kavcıoğlu, 2011:16). Diğer bir ifade ile hesaplanan RAROC bankanın içsel fonlama maliyetini aşıyorsa kredi verilecektir. Hesaplanan RAROC bankanın içsel fonlama maliyetini aşmıyorsa bu durumda gelirlerin kabul edilebilir bir seviyeye gelebilmesi için faiz oranları ve alınacak komisyonlar yükseltilecek ya da kredi talebi reddedilecektir. Risk ayarlı getiri modelinde hesaplama aşağıdaki formül ile yapılmaktadır(Öker, 2007:237-239):

$$\text{RAROC} = (\text{Kredinin bir yıllık geliri} / \text{Kredi ya da sermaye riski})$$

$$\Delta L = -DL * L * (\Delta R / (1+R))$$

$$\Delta L = \text{Sermaye ya da kredi riski,}$$

$$DL = \text{Kredinin vadesi,}$$

$$L = \text{Risk miktarı ya da kredi büyüklüğü,}$$

$$\Delta R / (1+R) = \text{Kredi risk priminde beklenen en yüksek değişim}$$

Bankaların kredi verme analizlerinde kullanacakları risk ölçüm modelinin çeşitli özellikleri taşıması gerekmekte olduğu görülmektedir. Öncelikle risk ölçüm modelleri, kolay anlaşılacak ve kolayca uygulanabilecek nitelikte olmalıdır. Buna ilaveten kredi risk ölçüm modelleri, içsel ve dışsal risk faktörlerini dikkate almalı ve nicel ve nitel karakterli kriterlerin aynı anda değerlendirilmesini sağlayacak özellikte olmalıdır.

BEŞİNCİ BÖLÜM

TİCARİ KREDİ TALEPLERİNİN

DEĞERLENDİRİLMESİNDE BULANIK AHP

VE BULANIK TOPSIS'İN UYGULANMASI

Uygulama kapsamında Türkiye’de faaliyet gösteren, biri kamu bankası ve biri yabancı sermayeli banka olmak üzere beş büyük bankanın şube yöneticileri karar verici olarak seçilmiştir. Bu bankalar Türkiye İş Bankası AŞ, Türkiye Halk Bankası AŞ, Türkiye Ekonomi Bankası AŞ, Finansbank AŞ ve Denizbank AŞ’dır. Şube yöneticileri kredi taleplerinin incelenmesinde, şube kredi komitesinin başkanı olup en yetkili imza ve son karar merci durumunda olan uzmanlardır. Veriler, seçilen bankaların Türkiye’nin bütün coğrafi bölgelerinden olmak üzere değişik illerdeki şube yöneticilerinden anket yolu ile elde edilmiştir. Anketler elektronik posta yolu ile banka şube yöneticilerine yöneltilmiş, toplamda 137 şube yöneticisinden anket cevabı alınmıştır.

Çalışmada öncelikle uzman konumunda olan şube yöneticileri ile yapılan görüşmeler ve literatür taraması neticesinde ticari kredi taleplerinin değerlendirilmesinde etkili olan karar kriterleri belirlenerek hiyerarşik bir yapı içinde ifade edilmiştir. Daha sonra karar vericilerden anket yolu ile bu kriterlerin önem ağırlıkları sorulmuştur. Karar vericilerin ana kriter ve alt kriterler ile ilgili ikili karşılaştırma yargıları bulanık sayı olarak ifade edilmiş, bulanıklaştırılmıştır. Üçgen bulanık sayı şeklindeki yargılar kullanılarak Chang’ın bulanık AHP yöntemi ile ana kriter ve alt kriterlerin önem ağırlıkları hesaplanmıştır. Hesaplama yapılırken Lio-Wang’ ın sıralama yöntemi kullanılmıştır. Böylece bir anlamda karar vericinin kararındaki güven düzeyini veren bir sayı olarak α kesim değeri 0,50 olarak kullanılmıştır. Kriter ağırlıklarının hesaplanmasından sonra hipotetik olarak oluşturulan beş firmanın kredi değerliliğini tespit etmek için belirlenen kriterler

çerçevesinde her bir firma için Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemleri ile kredi notu hesaplanmıştır. Firmaların kredi değerliliğini hesaplamada üçüncü yöntem olarak Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Bütünleşik olan bu modelde kriter ağırlıkları Bulanık AHP ile hesaplanmış firmaların kredi değerlendirmesini ifade eden firma kredi puanları ise Bulanık TOPSIS ile bulunmuştur.

Çalışmada kriter ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılan Chang'ın Bulanık AHP yöntemi ile Liou ve Wang sıralama yönteminin literatürde personel seçimi, proje seçimi, kuruluş yeri seçimi, tedarikçi seçimi, performans ölçümü, makine seçimi, portföy seçimi gibi karar problemlerinin çözümünde yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir. Bulanık sayıların sıralanması bulanık karar verme problemlerindeki temel nokta olduğu görülmektedir. Sıralama yapmak üzere seçilecek yöntemin belirlenmesinde problemin yapısı, bulanık küme özellikleri, yöntemin anlaşılır ve uygulanabilir olması gibi faktörler etkili olmaktadır. Çalışmada kullanılan üçgen bulanık sayıları sıralamak için Chang'ın Bulanık AHP yöntemi ile Liou ve Wang sıralama yöntemi diğer bulanık sıralama yöntemlerine göre daha kolay uygulanabilir ve yorumlanabilir yöntemler olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca karar vericinin güven düzeyini dikkate almaya imkan vermesi nedeni ile Liou ve Wang yönteminde karar vericinin iyimserlik endeksi olarak ifade edilen α , bu yöntemle modele dahil edilerek uygulanmıştır. Karar süreci karar vericinin sübjektif yargıları dışında karar vericinin güven düzeyi ve karar riski içeren bir süreçtir(Ertuğrul ve Karakaşoğlu, 2007:104). Çalışmada Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemlerinin uygulanmasında MATLAB programından faydalanılmıştır.

5.1. Literatür Taraması

Kredi karar analizi, bankaların esas faaliyeti olan kredi verme sürecinin yönetilmesindeki rolü nedeniyle önemlidir. Kredi riskinin doğru bir şekilde yönetilebilmesi bankaların kârlılık ve devamlılığının sağlanabilmesi için zorunludur. Bu amaçla kredi taleplerinin doğru analiz edilebilmesi için finansal sistemin gelişimine paralel olarak çok çeşitli kredi karar destek sistemi geliştirilmiştir. Geleneksel modeller, matematiksel ve istatistiksel modeller ve gelişmiş modeller

olarak sınıflandırılabileceğimiz modellerin pek çoğunda kredi karar analizinde etkili olan kriterlerin hangileri olduğu sorusu öne çıkmaktadır. Bu nedenle geliştirilen modeller ortak kriterler kullanmakla birlikte farklı kriterler de modellerde yer almaktadır. Buna ilaveten kredi taleplerinin değerlendirilmesi sürecinde nicel kriterler yanında nitel kriterlerin de dikkate alınması gerekliliği ortaya çıkmaktadır. İşletmelerin vergiden kaçınmayı bir finansman şekli olarak görmeleri yanında pek çok işletmenin mali tablolarını yasal zorunluluk nedeniyle düzenlemesi nitel kriterleri de dikkate alan karar destek sistemlerinin bankalarda ağırlık kazanmaya başladığı görülmektedir(Yazıcı, 2011:118). Bilgisayar teknolojisinin gelişmesi ile birlikte çok kriterli karar modellerinin, uzman sistemlerin, bulanık mantık sistemlerinin, yapay sinir ağlarının, genetik algoritmaların ve karar ağaçlarının kullanıldığı karar destek sistemleri kredi karar analizinde kullanılmaya başlanmıştır. Literatürde Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemlerinin ayrı ayrı ve bütünleşik bir model olarak mühendislik alanında ve sosyal bilimler alanında pek çok karar probleminin çözümünde kullanıldığı görülmektedir. Çalışmanın literatür taraması kısmında bu yöntemlerin finans alanındaki uygulamalarına değinilmiştir. Literatürde kredi taleplerinin değerlendirilmesi, diğer bir ifade ile firma derecelendirilmesi üzerine karar verme yöntemlerinden AHP, TOPSIS, Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemlerinin kullanıldığı çeşitli çalışmalar yapılmıştır.

Chen ve Chiou (1999) üçgen bulanık sayıları kullanarak finansal oranlar, yönetim şartları ve karakter şartları değişkenlerini kullanarak kredi değerlendirmesi yapmışlardır. Çalışmada her bir ana kriter için hesaplanan puanlamalar daha sonra birleştirilerek nihai kredi puanları hesaplanmıştır.

İç ve Yurdakul (2000) AHP yöntemini kullanarak kredi karar sürecinde etkili olan nicel ve nitel faktörleri dikkate alan ve firmalar için bir kredi skoru veren bir model önermişlerdir. Çalışmada mali yapı, sektörel durum ve subjektif kredi değerliliği ana kriterleri ve bu kriterlerin alt kriterlerinden oluşan bir hiyerarşik yapı oluşturularak firmalar için kredi değerliliğini ifade eden bir kredi notu hesaplanmıştır. AHP ile kriterlerin ağırlık puanları hesaplanmış daha sonra TCMB sektörel ortalamalar verilerine dayanarak sektör puanları elde edilmiştir. Çalışmada

sırasıyla mali yapı ve teminatlar ana kriterleri ağırlıkla önemli görülürken bu kriterleri subjektif kredi değerliliği ve sektörün durumu izlemiştir.

Feng ve Wang (2000) Tayvan’da faaliyet gösteren beş büyük havayolu firmasının finansal performanslarını TOPSIS ve Gri İlişki Alanı yöntemleri ile incelemişlerdir. Çalışmada finansal ve havayolu taşımacılığı ile ilgili finansal olmayan oranlar kullanılmıştır.

Altman (1968) firmaların mali başarısızlığını belirlemek amacıyla istatistiksel bir model geliştirerek bu alanda istatistiksel yöntemlerle ilgili öncü çalışmayı yapmıştır. Edward Altman diskriminant analizi tekniği ile beş adet mali oran kullanarak firmaların mali başarısızlığını ölçmek üzere bir diskriminant fonksiyonu elde etmiştir.

Yurdakul ve İç (2004) AHP yöntemi ile imalat sektöründe yer alan firmalar için kredi değerlendirme yaklaşımı ortaya koymuşlardır. Çalışmada on beş finansal oran ve firmanın iş tecrübesi, pazar şartları, ülke ekonomisinin şartları, üretim yönetimi, organizasyon, çevresel şartlar gibi finansal olmayan veriler kullanarak üretim firmaları için bir kredi puanlama modeli geliştirmişlerdir. Firmalar için finansal ve finansal olmayan skor hesaplaması yapılmıştır. Hesaplanan kredi skorları birleştirilerek firmalar için kredi notu oluşturulmuştur.

Sekreter, Akyüz ve Çetin (2004) AHP yöntemi ile Likidite, Mali yapı, faaliyet, kârlılık ve büyüme oranı kriterine göre borsada işlem gören gıda firmalarının kredibilitesine yönelik model geliştirmişlerdir. Yirmi bir firma hesaplanan kredibilite skorlarına göre dört risk grubuna ayrılmıştır.

Bodur ve Teker (2005) yaptıkları çalışmada İstanbul Menkul Kıymetler Borsası(İMKB)’nda işlem gören yüz on yedi firmaya uyguladıkları bir skollama modeli geliştirmişlerdir. Çalışmada büyüme, likidite, borçluluk, faaliyet döngüsü ve kârlılık ana kriterleri ve on yedi alt kritere göre firmalar için kredi puanı hesaplanmıştır. Firmalar dokuz risk grubuna göre değerlendirilmiştir.

Cheng, Cheng ve Lee (2006) Bulanık AHP ile hisse sentlerinin yüksek kazanç sağlamalarında etkili olan kriterlerin önem ağırlıklarını hesaplamışlardır. Bu çalışmada firmanın içinde bulunduğu ekonominin genel durumu en önemli faktör olarak tespit edilmiştir.

Ertuğrul ve Karakaşoğlu (2007) bir banka şubesine ticari kredi talebiyle başvuran üç işletmeyi Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemiyle değerlendirmişlerdir. Bir bankanın uzman personeli ile yapılan görüşmeler ile kredi değerlendirme sürecinde dikkate alınan kriterler belirlenmiştir. Daha sonra değerlendirmede mali durum, işletme itibarı, teminat ve iş durumu olarak belirlenen dört ana kriterin altında on bir alt kriter dikkate alınmış ve kriterlerin önem ağırlıklarının tespiti yapılarak firmalar için kredi risk notu hesaplanmıştır. Kriterler sırası ile mali kriterler, işletme itibarı, iş durumu ve teminatlar şeklinde önemli bulunmuştur. Çalışmada karar vericinin güven düzeyi ile kredi kararında etkili olan ancak modelde yer verilemeyen kriterlerin etkilerini gidermek amacıyla risk indeksi kullanılmıştır.

Öker (2007) AHP yöntemi ile ticari kredi taleplerinin değerlendirilmesinde kullanılmak üzere bir model geliştirmiştir. Çalışmada kalitatif, kantitatif ve sektörel ana kriterleri altında yer alan on altı kriter dikkate alınarak firmalar için bir değerlendirme modeli oluşturulmuştur. Çalışmada sırasıyla kantitatif kriterler, kalitatif kriterler ve sektörel kriterler önemli bulunmuştur.

Girginer (2008) biri devlet diğeri özel bir bankada görevli iki uzmanın katılımı ile AHP yöntemini kullanarak kamu ve özel sermayeli bankaların kredi taleplerini değerlendirme davranışlarını incelemiştir. Çalışmada bankalar, kamu bankaları ve özel kesim bankaları şeklinde ayrılarak yönetsel yapı, mali yapı, sektör durumu ve istihbarat ana kriterleri ve bu kriterlerin alt kriterlerine verdikleri önem ağırlıkları ortaya konmuştur. Çalışmada kredi değerlendirme kriterlerinin önem derecelerinin kamu ve özel bankalar arasındaki farklılıkları belirlenmeye çalışılmıştır. Özel bankaların yönetsel yapı ana kriteri altındaki şirketin geçmişi,

şirket ortak ve yöneticilerinin iş deneyimi ve moraliteleri, şirketin itibarı kriterleri ve istihbarat ana kriterine ağırlıkla önem verirken devlet bankalarında mali yapı ana kriteri öne çıkmıştır. Bu kriterlerin dışındaki sektörel yapı kriterine özel bankaların ve devlet bankalarının birbirine yakın düzeyde önem verdikleri görülmüştür.

Wang, Wang, Zou (2009) Bulanık AHP ve Lojistik regresyon yöntemini kullanarak on iki nicel ve nitel kriter kullanarak ile dört firma için kredi değerlendirmesi yapmışlardır. Çalışmada kriter ağırlıkları Bulanık AHP ile hesaplandıktan sonra kredi notu oluşturulmuştur.

Xu ve Zhang (2009) nicel ve nitel kriterler kullanarak satıcı kredisi değerlendirme modeli önermişlerdir. Çalışmada kriter ağırlıkları AHP ile belirlenirken beş adet alıcı firma için satıcı kredisi puanları hesaplanmıştır.

Akkaya ve Demirel (2010) AHP yöntemini kullanarak beş ana kriter altında yirmi dört finansal oran kullanarak kriterlerin önem derecelerini belirlemişlerdir. Çalışmada kullanılan kriterler nicel kriterler olup finansal oranlardan oluşmaktadır. Çalışmada en fazla önem verilen kriterin faaliyet devir hızı oranları olduğu bu oranı mali yapı ve karlılık oranlarının izlediği saptanmıştır. Likidite, faaliyet, ekonomik yapı, finansal yapı ve karlılık oranlarının dikkate alındığı çalışmada likidite oranlarının önemi düşük bulunmuştur.

Che, Wang ve Chuang (2010) Bulanık AHP yöntemi ve Veri Zarflama Analizi ile küçük ve orta ölçekli işletmeler için kredi karar destek yaklaşımı geliştirmişlerdir. Kalitatif ve kantitatif on bir kritere göre yirmi iki firmayı değerlendirmişlerdir.

Erpolat (2011) Bulanık AHP ile farklı bulanık sıralama yöntemlerini kullanarak boya ve vernik kaplama maddeleri imalatı sektöründeki iki firma için kredi notu hesaplaması yapmıştır. Çalışmada firmalar için firma ve sektör notu şeklinde iki ayrı not kullanılarak kredi notu hesaplanmıştır. Çalışmada firma puanını hesaplayabilmek için finansal oranlar, firma ve ortak bilgisi ve teminatlar olmak

üzere nicel ve nitel kriterlerin yer aldığı üç ana kriter altında kırk iki alt kriter birlikte değerlendirilmiştir. Çalışmada firmaların kredi derecelendirmesi AHP Yöntemi, Chang'ın Bulanık AHP Yöntemi, Liou ve Wang Yöntemi ve Abdel-Kader ve Dugdale Yöntemleri ile karşılaştırmalı olarak yapılmıştır. Yöntemlerin uygulanması sonucunda benzer sonuçlar bulunduğu görülmüştür.

Chen, Jian ve Yang (2011) Chang'ın yapay Bulanık AHP yöntemi ile e-ticaret yapan üç firmayı belirlenen toplam dokuz adet kalitatif ve kantitatif kriterlere göre değerlendirmiş ve sıralamışlardır.

Saardchom (2012) AHP ile konut kredi taleplerinin değerlendirmesini yapmıştır. Değerlendirmede dört ana kriter altında yer alan on üç alt kriteri kapsayan bir hiyerarşi modeli oluşturarak sonuç olarak hesaplanan kredi skorlarını üç ana risk grubuna ayırarak değerlendirmiştir.

İç (2012), Bulanık TOPSIS ve Doğrusal Programlama modelleri ile bir kredi limiti belirleme ve değerlendirme modeli geliştirmiştir. Kredi limit değerlendirmesi için sekiz temel kriter belirlenmiştir. Üç uzman tarafından dilsel değişkenler ile değerlendirilerek kriter ağırlıklarının belirlendiği çalışmada Bulanık TOPSIS ve Doğrusal Programlama yöntemlerine dayalı bütünlük bir değerlendirme modeli önerilmiştir.

Kısakürek, Bircan ve Aydın (2013), AHP ile İMKB'de metal eşya makine ve gereç yapımı sektöründeki firmalar için kredibilite değerlendirmesi yapmışlardır. Çalışmada likidite, mali yapı, faaliyet, kârlılık ve büyüme oranları ana kriter olarak ve bu kriterlerin altında yer alan on sekiz alt kriterin kredibilite üzerindeki etkisi belirlenmiştir. Daha sonra firmalar bu kriterlere göre on dokuz firma için kredi notu oluşturarak sıralama yapmışlardır.

Zhu, Wang, Wang, Liang, Tang, Sun ve Li (2014) TOPSIS yöntemi ile Çin'de ısıtma ve soğutma alanında faaliyet gösteren altı Çin ve iki Japon firması için kredi değerlendirmesi yapmışlardır. Kredi değerlendirmesinde tanınırlık, kapasite ve

performans ana kriterleri içinde yer alan pazar payı, satış büyümesi, müşteri memnuniyeti, alınan ödüller, tanınırlık, kârlılık, yatırım satış oranı, araştırma-geliştirme sistemleri ve kalite standartları olmak üzere sekiz alt kriter ile değerlendirme yaparak firmalar için kredi skoru elde etmişlerdir.

5.2. Bulanık AHP Yöntemi ile Ticari Kredi Taleplerinin Değerlendirilmesi

AHP ve Bulanık AHP yöntemlerinde problemin tanımlanması ve amacın ortaya konmasından sonra karar kriterlerinin tespit edilmesi gereklidir. Hiyerarşik yapı kurulurken amaçtan alternatiflere doğru etkili olan kriterler, ana gruplar ve bu ana grupların alt kriterleri şeklinde belirlenir. Kredi karar analizi diğer bir ifade ile kredi taleplerinin değerlendirilmesinde beş ana kriter ve bu ana kriterlerin altında on dört alt kriter belirlenmiştir. Karar hiyerarşisi oluşturulurken bir bankanın ticari kredi talebinde bulunan bir firma hakkında bilmek istediği ve ihtiyaç duyduğu bilgiler dikkate alınmıştır. Buradan hareketle modelin ana kriter ve alt kriterlerden oluşan hiyerarşik yapısı oluşturulmuştur. Belirlenen ve hiyerarşide yer alan ana kriterler (AK) ve alt kriterler (K) aşağıda verilmiştir.

AK1 Firmanın mali tablolar analizi

- K1 Likidite oranları (Kısa vadeli borç ödeme oranları)
- K2 Finansal yapı (Mali yapı) oranları
- K3 Faaliyet (Verimlilik) oranları
- K4 Karlılık oranları

AK2 Firma ortak ve yöneticilerinin moraliteleri

- K1 Firma ortak ve yöneticilerinin moraliteleri (Borç ödeme istek ve alışkanlıkları)
- K2 Firma ortak ve yöneticilerinin iş bilgisi, iş tecrübeleri ve yönetim yetenekleri
- K3 Firma ve ortaklarının TCMB risk kaydı ile kredi kayıt bürosu, ve piyasadaki istihbaratı

AK3 Firma kapasitesi ve borç ödeme performansı

K1 Firmanın özkaynak büyüklüğü, üretim ve satış hacmi

K2 Talep edilen kredinin firma faaliyetleri ile uyumu ve kredinin vadesi

K3 Firma ortak ve kefillerinin mal varlıkları

K4 Firmanın diğer finansal kuruluşlardaki limit ve risk durumu

AK4 Sektörün ekonomik durumu ve sektördeki gelişmeler

K1 Sektörün ekonomik durumu ve sektördeki gelişmeler

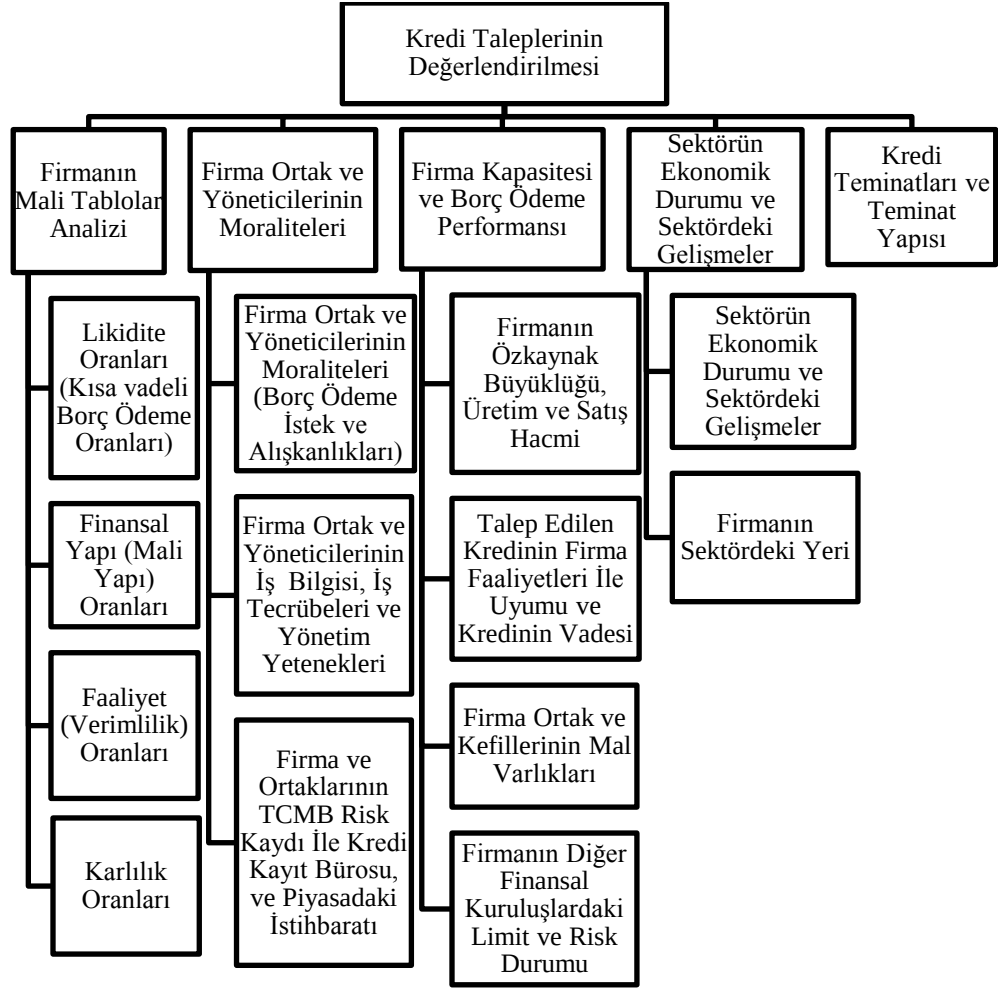
K2 Firmanın sektördeki yeri

AK5 Kredi teminatları ve teminat yapısı

5.2.1. Karar kriterlerinin belirlenmesi ve hiyerarşik yapının oluşturulması

Çalışmada amaç ticari kredi başvurusunda bulunan bir firmanın kredibilitesini ya da risk notunu belirlemek olduğu için kurulan hiyerarşinin en üstünde amacı ifade eden ticari kredi taleplerinin değerlendirilmesi yer almıştır. Bu amaçla kredi talebinin değerlendirilmesi bir firma puanı olarak ifade edilecek ve kredi risk ölçümü olarak değerlendirilecektir. Hiyerarşinin en üstündeki amacın altında firmaların kredi taleplerinin karşılanmasında etkili olan nicel ve nitel karakterli ana kriterler yer almıştır. Hiyerarşik yapıda firmanın mali tablolarından elde edilen firmanın mali tablolar analizi kriteri, firmanın ortak ve yöneticilerinin moraliteleri, firma kapasitesi ve borç ödeme performansı, sektörün ekonomik durumu ve sektördeki gelişmeler ve kredi teminatları ve teminat yapısı olmak üzere toplam beş ana kriter yer almıştır. Bu ana kriterlerden mali tablolar analizi ve Firma kapasitesi ve borç ödeme performansı nicel kriter, bunun dışındaki diğer üç ana kriter nitel kriterlerdir. Mali tablolar analizi ana kriterinin altında likidite oranları (kısa vadeli borç ödeme oranları), finansal yapı (mali yapı), faaliyet (verimlilik) oranları ve karlılık oranları olarak dört alt kriter yer almaktadır. Firmanın ortak ve yöneticilerinin moraliteleri ana kriterinin altında firma ortak ve yöneticilerinin moraliteleri (borç ödeme istek ve alışkanlıkları, firma ortak ve yöneticilerinin iş

bilgisi, iş tecrübeleri, yönetim yetenekleri ve firma ve ortaklarının TCMB risk kaydı ve istihbaratları ile kredi kayıt bürosu ve piyasadaki istihbaratı olmak üzere üç alt kriter yer almaktadır. Firma kapasitesi ve borç ödeme performansı ana kriterinin altında firmanın özkaynak büyüklüğü, üretim ve satış hacmi, talep edilen kredinin firma faaliyetleri ile uyumu ve kredinin vadesi, firma ortak ve kefillerinin mal varlıkları ve firmanın diğer finansal kuruluşlardaki limit ve risk durumu olmak üzere dört alt kriter yer almaktadır. Sektörün ekonomik durumu ve sektördeki gelişmeler ana kriterinin altında sektörün ekonomik durumu ve sektördeki gelişmeler ile firmanın sektördeki yeri olmak üzere iki alt kriter yer almaktadır. Son olarak beşinci ana kriter olarak kredi teminatları ve teminat yapısı hiyerarşik yapıda alt kriterlere ayrılmadığı için alt kriter olarak yer almıştır. Firmaların ticari kredi taleplerinin değerlendirilmesinde hem nitel hem de nicel kriterler etkili olduğundan bu kriterlere hiyerarşik yapıda yer verilmiştir. Bu kapsamda oluşturulan hiyerarşik yapı aşağıda Şekil 5.1.'de görülmektedir.



Şekil 5.1. Kredi Taleplerinin Değerlendirilmesi Probleminin Hiyerarşik Yapısı

5.2.2. Bulanık ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması

Hiyerarşik yapının oluşturulmasından sonra AHP’ de en önemli adımlardan olan ikili karşılaştırma ve bulanık ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulur. Öncelikle ana kriterler için ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulacak ve daha sonra alt kriterler için ayrı ayrı ikili karşılaştırma matrisleri oluşturularak önem ağırlıkları belirlenecektir. Karar verici konumundaki 137 şube yöneticisinden anket yolu ile ana kriter ve alt kriterler için ikili karşılaştırmalar elde edilmiştir. Elde edilen değerlendirmeler geometrik ortalama yolu ile birleştirilerek bulanık ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. İkili karşılaştırmalarda kullanılan dilsel değerlendirmeler ve bulanık önem dereceleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 5.1. AHP’ de Bulanık Önem Dereceleri

İkili Karşılaştırma Tercihleri	Önem Derecesi	Önem Derecesinin Eşleniği	Açıklama
Eşit derecede önemli	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	İki faktör önemi eşittir.
Ara değer	(1, 2, 3)	(1/3, 1/2, 1)	İki faktör arasında tercihte küçük önem farkı bulunur.
Az önemli (Az üstün olma hali)	(2, 3, 4)	(1/4, 1/3, 1/2)	Bir faktör diğerinden biraz daha önemlidir.
Ara değer	(3, 4, 5)	(1/5, 1/4, 1/3)	
Oldukça önemli (Oldukça üstün olma hali)	(4,5, 6)	(1/6, 1/5, 1/4)	Bir faktör diğerinden kuvvetle daha önemlidir.
Ara değer	(5, 6, 7)	(1/7, 1/6, 1/5)	
Çok önemli (Çok üstün olma hali)	(6, 7, 8)	(1/8, 1/7, 1/6)	Bir faktör diğerinden yüksek derecede önemlidir.
Ara değer	(7, 8, 9)	(1/9, 1/8, 1/7)	
Son derece önemli (Kesin üstün olma hali)	(8, 9, 9)	(1/9, 1/9, 1/8)	Bir faktör diğerinden çok yüksek derecede önemlidir.

Kaynak: Ertuğrul, İrfan (2007), “Bulanık AHS ve Bir Tekstil İşletmesinde Makine Seçim Problemine Uygulanması”, Hacettepe Üniv. İ.İ.B.F. Dergisi Cilt:25, Sayı:1, s.182.

Ekte yer alan anket formunda hiyerarşik yapıya uygun olarak ana ve alt kriter yer almış ve karar vericilerinden Tablo 5.1’de yer alan tercih ölçeğini kullanarak ikili karşılaştırmalar yapmaları istenmiştir. Firmanın, mali tablolar analizi ana kriteri (K1), likidite oranları (kısa vadeli borç ödeme oranları)(K11), finansal yapı (mali yapı oranları)(K12), faaliyet (verimlilik) oranları(K13) ve karlılık oranları(K14) olmak üzere dört alt kriter yer almaktadır. Firmanın ortak ve yöneticilerinin moraliteleri(K2) ana kriterinin altında firma ortak ve yöneticilerinin moraliteleri (borç ödeme istek ve alışkanlıkları) (K21), firma ortak ve yöneticilerinin iş bilgisi, iş tecrübeleri ve yönetim yetenekleri(K22), ve firma ve ortaklarının TCMB risk kaydı ve istihbaratları ile kredi kayıt bürosu ve piyasadaki istihbaratı(K23) olmak üzere üç alt kriter yer almaktadır. Firma kapasitesi ve borç ödeme performansı(K3) ana kriterinin altında firmanın özkaynak büyüklüğü, üretim ve satış hacmi(K31), talep edilen kredinin firma faaliyetleri ile uyumu ve kredinin vadesi(K32), firma ortak ve kefillerinin mal varlıkları(K33) ve firmanın diğer finansal kuruluşlardaki limit ve risk durumu(K34) olmak üzere dört alt kriter yer almaktadır. Sektörün ekonomik durumu ve sektördeki gelişmeler(K4) ana kriterinin altında sektörün ekonomik durumu ve sektördeki gelişmeler(K41) ve firmanın sektördeki yeri(K42) olmak üzere iki alt kriter yer almaktadır. Son olarak beşinci. ana kriter kredi teminatları ve teminat yapısı (K5) hiyerarşik yapıya uygun olarak anket formunda yer almıştır.

5.2.3. Chang'in bulanık AHP yöntemi ile hesaplama

Karar vericilerden elde edilen değerlendirmeler öncelikle bulanıklaştırılmış daha sonra bulanık değerlendirmelerin geometrik ortalaması alınarak ana kriterler için bulanık ikili karşılaştırma matrisi elde edilmiştir. Firmaların ticari kredi taleplerinin değerlendirilmesinde etkili olan ana kriterlere ait ikili bulanık karşılaştırma matrisi aşağıdaki tabloda yer almaktadır. Tablodaki matris elemanlarının değerlerinin hesaplanmasından sonra elde edilen birleştirilmiş bulanık ikili karşılaştırma matrisi elemanları ile Chang'in bulanık genişletilmiş AHP yöntemine göre ana kriterlerin önem ağırlıkları hesaplanmıştır. Aşağıda ana kriterlerin bulanık ikili karşılaştırma matrisi görülmektedir.

Tablo 5.2. Amaçla İlgili Ana Kriterlerin Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi.

	K1	K2	K3	K4	K5
K1	(1, 1, 1)	(0.584, 0.703, 0.866)	(0.380, 0.460, 0.590)	(0.646, 0.787, 0.971)	(0.645, 0.805, 1.002)
K2	(1.155, 1.422, 1.712)	(1, 1, 1)	(0.629, 0.744, 0.894)	(1.073, 1.347, 1.652)	(0.731, 0.871, 1.053)
K3	(1.695, 2.174, 2.632)	(1.119, 1.344, 1.590)	(1, 1, 1)	(1.443, 1.880, 2.360)	(1.013, 1.256, 1.517)
K4	(1.030, 1.271, 1.548)	(0.605, 0.742, 0.932)	(0.424, 0.532, 0.693)	(1, 1, 1)	(0.571, 0.712, 0.929)
K5	(0.998, 1.242, 1.550)	(0.950, 1.148, 1.368)	(0.659, 0.796, 0.987)	(1.076, 1.404, 1.751)	(1, 1, 1)

Ana kriterlerin klasik sayılarla ikili karşılaştırmalar matrisi tutarlılık oranı: 0,003

Tablo 5.2'de yer alan matristeki bulanık değerlerle Chang'in genişletilmiş AHP yöntemine göre sentetik değerleri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$S(K1) = (3.255, 3.755, 4.429) \cdot (22.426, 26.640, 31.597)^{-1}$$

$$S(K1) = (3.255, 3.755, 4.429) \cdot \left(\frac{1}{31.597}, \frac{1}{26.640}, \frac{1}{22.426} \right)$$

$$S(K1) = (0.103, 0.140, 0.197)$$

$$S(K2) = (4.588, 5.384, 6.311) \cdot (22.426, 26.640, 31.597)^{-1}$$

$$S(K2) = (4.588, 5.384, 6.311) \cdot \left(\frac{1}{31.597}, \frac{1}{26.640}, \frac{1}{22.426} \right)$$

$$S(K2) = (0.145, 0.202, 0.281)$$

$$S(K3) = (6.270, 7.654, 9.099) \cdot (22.426, 26.640, 31.597)^{-1}$$

$$S(K3) = (6.270, 7.654, 9.099) \cdot \left(\frac{1}{31.597}, \frac{1}{26.640}, \frac{1}{22.426} \right)$$

$$S(K3) = (0.198, 0.287, 0.405)$$

$$S(K4) = (3.630, 4.257, 5.102) \cdot (22.426, 26.640, 31.597)^{-1}$$

$$S(K4) = (3.630, 4.257, 5.102) \cdot \left(\frac{1}{31.597}, \frac{1}{26.640}, \frac{1}{22.426} \right)$$

$$S(K4) = (0.114, 0.159, 0.227)$$

$$S(K5) = (4.683, 5.590, 6.656) \cdot (22.426, 26.640, 31.597)^{-1}$$

$$S(K5) = (4.683, 5.590, 6.656) \cdot \left(\frac{1}{31.597}, \frac{1}{26.640}, \frac{1}{22.426} \right)$$

$$S(K5) = (0.148, 0.209, 0.296)$$

Elde edilen bulanık sentetik derece değerlerinin büyüklük karşılaştırması yapıldığında aşağıdaki olabilirlik değerleri elde edilir.

$$V(S(K1) \geq S(K2)) \quad (d_1) = \frac{0.145 - 0.197}{(0.140 - 0.197) - (0.202 - 0.145)} = 0.456$$

$$V(S(K1) \geq S(K3)) \quad 0.198 \geq 0.197 \text{ olduğu için } (d_2) = 0$$

$$V(S(K1) \geq S(K4)) \quad (d_3) = \frac{0.114 - 0.197}{(0.140 - 0.197) - (0.159 - 0.114)} = 0.814$$

$$V(S(K1) \geq S(K5)) \quad (d_4) = \frac{0.148 - 0.197}{(0.140 - 0.197) - (0.209 - 0.148)} = 0.415$$

$$V(S(K1) \geq S(K2), S(K3), S(K4), S(K5)) = \min(0.456, 0, 0.814, 0.415) = 0$$

$$V(S(K2) \geq S(K1)) \quad 0.202 \geq 0.140 \text{ olduğu için } (d_1) = 1$$

$$V(S(K2) \geq S(K3)) \quad (d_2) = \frac{0.198 - 0.281}{(0.202 - 0.281) - (0.287 - 0.198)} = 0.494$$

$$V(S(K2) \geq S(K4)) \quad 0.202 \geq 0.159 \text{ olduğu için } (d_3) = 1$$

$$V(S(K2) \geq S(K5)) \quad (d_4) = \frac{0.148 - 0.281}{(0.202 - 0.281) - (0.209 - 0.148)} = 0.950$$

$$V(S(K2) \geq S(K1), S(K3), S(K4), S(K5)) = \min(1, 0.494, 1, 0.950) = 0.494$$

$$V(S(K3) \geq S(K1)) \quad 0.287 \geq 0.140 \text{ olduğu için } (d_1) = 1$$

$$\begin{aligned}
V(S(K3) \geq S(K2)) & 0.287 \geq 0.202 \text{ olduğu için } (d_2) = 1 \\
V(S(K3) \geq S(K4)) & 0.287 \geq 0.159 \text{ olduğu için } (d_3) = 1 \\
V(S(K3) \geq S(K5)) & 0.287 \geq 0.209 \text{ olduğu için } (d_4) = 1
\end{aligned}$$

$$V(S(K3) \geq S(K1), S(K2), S(K4), S(K5)) = \min(1, 1, 1, 1) = 1$$

$$\begin{aligned}
V(S(K4) \geq S(K1)) & 0.159 \geq 0.140 \text{ olduğu için } (d_1) = 1 \\
V(S(K4) \geq S(K2)) & (d_2) = \frac{0.145 - 0.227}{(0.159 - 0.227) - (0.202 - 0.145)} = 0.656 \\
V(S(K4) \geq S(K3)) & (d_3) = \frac{0.198 - 0.227}{(0.159 - 0.227) - (0.287 - 0.198)} = 0.185 \\
V(S(K4) \geq S(K5)) & (d_4) = \frac{0.148 - 0.227}{(0.159 - 0.227) - (0.209 - 0.148)} = 0.612
\end{aligned}$$

$$V(S(K4) \geq S(K1), S(K2), S(K3), S(K5)) = \min(1, 0.656, 0.185, 0.612) = 0.185$$

$$\begin{aligned}
V(S(K5) \geq S(K1)) & 0.209 \geq 0.140 \text{ olduğu için } (d_1) = 1 \\
V(S(K5) \geq S(K2)) & 0.209 \geq 0.202 \text{ olduğu için } (d_2) = 1 \\
V(S(K5) \geq S(K3)) & (d_3) = \frac{0.198 - 0.296}{(0.287 - 0.405) - (0.209 - 0.148)} = 0.547 \\
V(S(K5) \geq S(K4)) & 0.209 \geq 0.159 \text{ olduğu için } (d_4) = 1 \\
V(S(K5) \geq S(K1), S(K2), S(K3), S(K4)) & = \min(1, 1, 0.547, 1) = 0.547
\end{aligned}$$

Bu aşamada kriterlerin minimum olabilirlik dereceleri belirlenerek ağırlıkları elde edilir.

$$\begin{aligned}
d(K1) &= \min((0.456, 0, 0.814, 0.415)) = 0 \\
d(K2) &= \min(1, 0.494, 1, 0.950) = 0.494 \\
d(K3) &= \min(1, 1, 1, 1) = 1 \\
d(K4) &= \min(1, 0.656, 0.185, 0.612) = 0.185 \\
d(K5) &= \min(1, 1, 0.547, 1) = 0.547
\end{aligned}$$

Normalize edilmiş ağırlık vektörü:

$$W = (0/2.226, 0.494/2.226, 1/2.226, 0.185/2.226, 0.547/2.226)$$

$W=(0, 0.222, 0.449, 0.083, 0.246)^T$ olarak hesaplanır.

Hesaplanan ana kriter ağırlıkları, Chang'ın mertebe analizine göre ortaya çıkan sonuçlara minimum yapay değeri 0 olan kriter ağırlıklarını formül gereği 0 olarak hesaplamaktadır. Chang'ın yönteminde küçük çıkan değerleri 0 olarak seçmesi yöntemin eleştirilen bir yanıdır. Sonuçta ağırlık vektörü birleştirilerek ana hedefe doğru hesap yapılırken, çarpanlardan birinin 0 olması, aslında önemli etkisi olabilecek bazı değerleri yok etmektedir(Kaptanoğlu ve Özok, 2006:202). Bu nedenle yöntem Liou ve Wang'ın bulanık sayıları sıralama yöntemi ile kullanılmıştır. Buna göre elde edilen değerler Liou ve Wang'ın yöntemiyle sıralanarak ana kriterlerin önem ağırlıkları ile ilgili aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Lio ve Wang'ın sıralama yönteminde iyimserlik endeksini ifade eden α değeri 0-1 arasında yer alıp 1'e doğru giderken iyimserlik artmakta, 0'a doğru yaklaştıkça iyimserlik azalmaktadır. Çalışmada iyimserlik endeksi 0,5 olarak alınmış, karar vericiler açısından kötümser ya da yüksek iyimserlik tercih edilmemiştir.

$$S(K1)= (0.103, 0.140, 0.197)$$

$$I_T^\alpha (K1) = \frac{1}{2} [0,5. 0,197 + 0,140 + (1 - 0,5) .0,103] = 0.145$$

$$S(K2)= (0.145, 0.202 , 0.281)$$

$$I_T^\alpha (K2) = \frac{1}{2} [0,5. 0,281 + 0,202 + (1 - 0,5) .0,145] = 0.207$$

$$S(K3)= (0.198, 0.287, 0.405)$$

$$I_T^\alpha (K3) = \frac{1}{2} [0,5. 0,405 + 0,287 + (1 - 0,5) 0,198] = 0.294$$

$$S(K4)= (0.114, 0.159, 0.227)$$

$$I_T^\alpha (K4) = \frac{1}{2} [0,5. 0,227 + 0,159 + (1 - 0,5) 0,114] = 0.164$$

$$S(K5)= (0.148, 0.209, 0.296)$$

$$I_T^\alpha (K5) = \frac{1}{2} [0,5. 0,296 + 0,209 + (1 - 0,5) 0,148] = 0.215$$

Ana kriterler için önem ağırlıklarının hesaplanmasından sonra her bir ana kriterin alt kriterlerinin ana kriter içindeki önem ağırlığı Chang'ın genişletilmiş bulanık AHP yöntemi ile bulunarak Lio ve Wang'ın sıralama yöntemi ile sıralanmıştır. Mali Tablolar Analizi ana kriterinin altında yer alan likidite oranları (kısa vadeli borç ödeme oranları)(K11), finansal yapı (mali yapı oranları)(K12), faaliyet (verimlilik) oranları(K13) ve karlılık oranları(K14) olmak üzere dört alt kriter için bulanık ikili karşılaştırma matrisi aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.

Tablo 5.3. Mali Tablolar Analizi Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi.

	K11	K12	K13	K14
K11	(1, 1, 1)	(1.002, 1.229, 1.473)	(1.163, 1.405, 1.669)	(0.969, 1.170, 1.382)
K12	(0.679, 0.814, 0.998)	(1, 1, 1)	(1.067, 1.257, 1.460)	(0.909, 1.084, 1.276)
K13	(0.599, 0.712, 0.860)	(0.685, 0.796, 0.937)	(1, 1, 1)	(0.708, 0.860, 1.044)
K14	(0.724, 0.855, 1.032)	(0.784, 0.923, 1.100)	(0.958, 1.163, 1.412)	(1, 1, 1)

Ana kriterler 1'in alt kriterlerinin klasik sayılarla ikili karşılaştırmalar matrisi tutarlılık oranı: 0,001

Tablo 5.3.'te yer alan matristeki bulanık değerlere göre elde edilen sentetik değerler şu şekildedir.

$$S(K11)=(4.134, 4.804, 5.524) \cdot (14.247, 16.268, 18.643)^{-1}$$

$$S(K11)=(4.134, 4.804, 5.524) \cdot \left(\frac{1}{18.643}, \frac{1}{16.268}, \frac{1}{14.247}\right)$$

$$S(K11)=(0.221, 0.295, 0.387)$$

$$S(K12)=(3.655, 4.155, 4.734) \cdot (14.247, 16.268, 18.643)^{-1}$$

$$S(K12)=(3.655, 4.155, 4.734) \cdot \left(\frac{1}{18.643}, \frac{1}{16.268}, \frac{1}{14.247}\right)$$

$$S(K12)=(0.196, 0.255, 0.332)$$

$$S(K13)=(2.992, 3.368, 3.841) \cdot (14.247, 16.268, 18.643)^{-1}$$

$$S(K13)=(2.992, 3.368, 3.841) \cdot \left(\frac{1}{18.643}, \frac{1}{16.268}, \frac{1}{14.247}\right)$$

$$S(K13)=(0.160, 0.207, 0.269)$$

$$S(K14)=(3.466, 3.941, 4.544) \cdot (14.247, 16.268, 18.643)^{-1}$$

$$S(K14) = (3,466, 3,941, 4,544) \cdot \frac{1}{18.643}, \frac{1}{16.268}, \frac{1}{14.247}$$

$$S(K14) = (0,185, 0,242, 0,318)$$

Elde edilen bulanık sentetik derece değerlerinin büyüklük karşılaştırması yapıldığında aşağıdaki olabilirlik değerleri elde edilir.

$$\begin{aligned} V(S(K11) \geq S(K12)) & \quad 0.295 \geq 0.255 \text{ olduğu için } (d_1) = 1 \\ V(S(K11) \geq S(K13)) & \quad 0.295 \geq 0.207 \text{ olduğu için } (d_2) = 1 \\ V(S(K11) \geq S(K14)) & \quad 0.295 \geq 0.242 \text{ olduğu için } (d_3) = 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V(S(K12) \geq S(K11)) & \quad (d_1) = \frac{0.221-0.332}{(0.255-0.332)-(0.295-0.221)} = 0.735 \\ V(S(K12) \geq S(K13)) & \quad 0.255 \geq 0.207 \text{ olduğu için } (d_2) = 1 \\ V(S(K12) \geq S(K14)) & \quad 0.255 \geq 0.242 \text{ olduğu için } (d_3) = 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V(S(K13) \geq S(K11)) & \quad (d_1) = \frac{0.221-0.269}{(0.207-0.269)-(0.295-0.221)} = 0.353 \\ V(S(K13) \geq S(K12)) & \quad (d_2) = \frac{0.196-0.269}{(0.207-0.269)-(0.255-0.196)} = 0.603 \\ V(S(K13) \geq S(K14)) & \quad (d_3) = \frac{0.185-0.269}{(0.207-0.269)-(0.242-0.185)} = 0.706 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V(S(K14) \geq S(K11)) & \quad (d_1) = \frac{0.221-0.318}{(0.242-0.318)-(0.295-0.221)} = 0.647 \\ V(S(K14) \geq S(K12)) & \quad (d_2) = \frac{0.196-0.318}{(0.242-0.318)-(0.255-0.196)} = 0.904 \\ V(S(K14) \geq S(K13)) & \quad 0.242 \geq 0.207 \text{ olduğu için } (d_3) = 1 \end{aligned}$$

Bu aşamada kriterlerin minimum olabilirlik dereceleri belirlenerek ağırlıkları elde edilir.

$$\begin{aligned} d(K11) &= \min(1, 1, 1) = 1 \\ d(K12) &= \min(0.735, 1, 1) = 0.735 \\ d(K13) &= \min(0.353, 0.603, 0.706) = 0.353 \\ d(K14) &= \min(0.647, 0.904, 1) = 0.647 \end{aligned}$$

Normalize edilmiş ağırlık vektörü:

$$W=(1/2.735, 0.735/2.735, 0.353/2.735, 0.647/2.735)$$

$$W=(0.366, 0.269, 0.129, 0.237)^T \text{ olarak hesaplanır.}$$

Hesaplanan alt kriterler toplam integral yöntem ile sıralandığında aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur.

$$S(K11)=(0.221, 0.295, 0.387)$$

$$I_T^\alpha (K11) = \frac{1}{2} [0,5 \cdot 0,387 + 0,295 + (1 - 0,5) 0,221] = 0.299$$

$$S(K12)=(0,196, 0,255, 0,332)$$

$$I_T^\alpha (K12) = \frac{1}{2} [0,5 \cdot 0,332 + 0,255 + (1 - 0,5) 0,196] = 0.259$$

$$S(K13)=(0,160, 0,207, 0,269)$$

$$I_T^\alpha (K13) = \frac{1}{2} [0,5 \cdot 0,269 + 0,207 + (1 - 0,5) 0,160] = 0,210$$

$$S(K14)=(0,185, 0,242, 0,318)$$

$$I_T^\alpha (K14) = \frac{1}{2} [0,5 \cdot 0,318 + 0,242 + (1 - 0,5) 0,185] = 0,246$$

Firmanın ortak ve yöneticilerinin moraliteleri(K2) ana kriterinin altında firma ortak ve yöneticilerinin moraliteleri (borç ödeme istek ve alışkanlıkları) (K21), firma ortak ve yöneticilerinin iş bilgisi, iş tecrübeleri ve yönetim yetenekleri(K22), ve firma ve ortaklarının TCMB risk kaydı ve istihbaratları ile kredi kayıt bürosu ve piyasadaki istihbaratı(K23) olmak üzere üç alt kriter için karar vericilerin yaptıkları ikili karşılaştırmalar matrisi aşağıdaki tabloda yer almaktadır. İkili karşılaştırmalar tablosundan yararlanarak alt kriterlerin ana kriter içindeki önem ağırlıkları hesaplanmıştır.

Tablo 5.4. Firmanın Ortak ve Yöneticilerinin Moraliteleri Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi.

	K21	K22	K23
K21	(1 , 1 , 1)	(1.218, 1.441, 1.651)	(0.679, 0.808, 0.962)
K22	(0.606, 0.694, 0.821)	(1 , 1 , 1)	(0.572, 0.699, 0.863)
K23	(1.040, 1.238, 1.473)	(1.159, 1.431, 1.748)	(1 , 1 , 1)

Ana kriterler 2'nin alt kriterlerinin klasik sayılarla ikili karşılaştırmalar matrisi tutarlılık oranı: 0,004

Tablo 5.4.'te yer alan matristeki bulanık değerlere göre elde edilen sentetik değerler şu şekildedir.

$$S(K21) = (2.897, 3.249, 3.613) \cdot (8.274, 9.311, 10.518)^{-1}$$

$$S(K21) = (2.897, 3.249, 3.613) \cdot \left(\frac{1}{10.518}, \frac{1}{9.311}, \frac{1}{8.274} \right)$$

$$S(K21) = (0.275, 0.348, 0.436)$$

$$S(K22) = (2.178, 2.393, 2.684) \cdot (8.274, 9.311, 10.518)^{-1}$$

$$S(K22) = (2.178, 2.393, 2.684) \cdot \left(\frac{1}{10.518}, \frac{1}{9.311}, \frac{1}{8.274} \right)$$

$$S(K22) = (0.207, 0.257, 0.324)$$

$$S(K23) = (3.199, 3.669, 4.221) \cdot (8.274, 9.311, 10.518)^{-1}$$

$$S(K23) = (3.199, 3.669, 4.221) \cdot \left(\frac{1}{10.518}, \frac{1}{9.311}, \frac{1}{8.274} \right)$$

$$S(K23) = (0.304, 0.394, 0.510)$$

Elde edilen bulanık sentetik derece değerlerinin büyüklük karşılaştırması yapıldığında aşağıdaki olabilirlik değerleri elde edilir.

$$V(S(K21) \geq S(K22)) \quad 0.348 \geq 0.257 \text{ olduğu için } (d_1) = 1$$

$$V(S(K21) \geq S(K23)) \quad (d_2) = \frac{0.304 - 0.436}{(0.348 - 0.436) - (0.394 - 0.304)} = 0.742$$

$$V(S(K22) \geq S(K21)) \quad (d_1) = \frac{0.275 - 0.324}{(0.257 - 0.324) - (0.348 - 0.275)} = 0.350$$

$$V(S(K22) \geq S(K23)) \quad (d_2) = \frac{0.304 - 0.324}{(0.257 - 0.324) - (0.394 - 0.304)} = 0.127$$

$$\begin{aligned} V(S(K23) \geq S(K21)) & 0.394 \geq 0.348 \text{ olduğu için } (d_1) = 1 \\ V(S(K23) \geq S(K22)) & 0.394 \geq 0.257 \text{ olduğu için } (d_2) = 1 \end{aligned}$$

Bu aşamada kriterlerin minimum olabilirlik dereceleri belirlenerek ağırlıkları elde edilir.

$$\begin{aligned} d(K1) &= \min(1, 0.742) = 0.742 \\ d(K2) &= \min(0.350, 0.127) = 0.127 \\ d(K3) &= \min(1, 1) = 1 \end{aligned}$$

Normalize edilmiş ağırlık vektörü:

$$\begin{aligned} W &= (0.742 / 1.869, 0.127 / 1.869, 1 / 1.869) \\ W &= (0.397, 0.068, 0.535)^T \text{ olarak hesaplanır.} \end{aligned}$$

Hesaplanan alt kriterler toplam integral yöntemi ile sıralandığında aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur.

$$\begin{aligned} S(K21) &= (0.275, 0.348, 0.436) \\ I_T^\alpha(K21) &= \frac{1}{2} [0.5 \cdot 0.436 + 0.348 + (1 - 0.5) \cdot 0.275] = 0.351 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S(K22) &= (0.207, 0.257, 0.324) \\ I_T^\alpha(K22) &= \frac{1}{2} [0.5 \cdot 0.324 + 0.257 + (1 - 0.5) \cdot 0.207] = 0.261 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S(K23) &= (0.304, 0.394, 0.510) \\ I_T^\alpha(K23) &= \frac{1}{2} [0.5 \cdot 0.510 + 0.394 + (1 - 0.5) \cdot 0.304] = 0.400 \end{aligned}$$

Firma kapasitesi ve borç ödeme performansı(K3) ana kriterinin altında firmanın özkaynak büyüklüğü, üretim ve satış hacmi(K31), talep edilen kredinin firma faaliyetleri ile uyumu ve kredinin vadesi(K32), firma ortak ve kefillerinin mal varlıkları(K33) ve firmanın diğer finansal kuruluşlardaki limit ve risk durumu(K34)

olmak üzere dört alt kriter alt kriter için karar vericilerin yaptıkları ikili karşılaştırmalar matrisi aşağıdaki tabloda yer almaktadır. İkili karşılaştırmalar tablosundan yararlanarak alt kriterlerin ana kriter içindeki önem ağırlıkları hesaplanmıştır.

Tablo 5.5. Firma Kapasitesi ve Borç Ödeme Performansı Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi.

	K31	K32	K33	K34
K31	(1, 1, 1)	(0.695, 0.829, 0.996)	(1.394, 1.754, 2.153)	(1.065, 1.270, 1.494)
K32	(1.004, 1.206, 1.439)	(1, 1, 1)	(1.797, 2.259, 2.716)	(1.174, 1.445, 1.735)
K33	(0.464, 0.570, 0.717)	(0.368, 0.443, 0.556)	(1, 1, 1)	(0.821, 0.981, 1.163)
K34	(0.669, 0.787, 0.939)	(0.576, 0.692, 0.852)	(0.860, 1.019, 1.218)	(1, 1, 1)

Ana kriterler 3'ün alt kriterlerinin klasik sayılarla ikili karşılaştırmalar matrisi tutarlılık oranı: 0,008

Tablo 5.5'te yer alan matristeki bulanık değerlere göre elde edilen sentetik değerler şu şekildedir;

$$S(K31) = (4.154, 4.853, 5.643) \cdot (14.887, 17.255, 19.978)^{-1}$$

$$S(K31) = (4.154, 4.853, 5.643) \cdot \left(\frac{1}{19.978}, \frac{1}{17.255}, \frac{1}{14.887} \right)$$

$$S(K31) = (0.207, 0.281, 0.379)$$

$$S(K32) = (4.975, 5.910, 6.890) \cdot (14.887, 17.255, 19.978)^{-1}$$

$$S(K32) = (4.975, 5.910, 6.890) \cdot \left(\frac{1}{19.978}, \frac{1}{17.255}, \frac{1}{14.887} \right)$$

$$S(K32) = (0.249, 0.342, 0.462)$$

$$S(K33) = (2.653, 2.994, 3.436) \cdot (14.887, 17.255, 19.978)^{-1}$$

$$S(K33) = (2.653, 2.994, 3.436) \cdot \left(\frac{1}{19.978}, \frac{1}{17.255}, \frac{1}{14.887} \right)$$

$$S(K33) = (0.132, 0.173, 0.230)$$

$$S(K34) = (3.105, 3.498, 4.009) \cdot (14.887, 17.255, 19.978)^{-1}$$

$$S(K34) = (3.105, 3.498, 4.009) \cdot \left(\frac{1}{19.978}, \frac{1}{17.255}, \frac{1}{14.887} \right)$$

$$S(K34)=(0.155, 0.202, 0.269)$$

Elde edilen bulanık sentetik derece değerlerinin büyüklük karşılaştırması yapıldığında aşağıdaki olabilirlik değerleri elde edilir.

$$V(S(K31) \geq S(K32)) \quad (d_1) = \frac{0.249-0.379}{(0.281-0.379)-(0.342-0.249)} = 0.681$$

$$V(S(K31) \geq S(K33)) \quad 0.281 \geq 0.173 \text{ olduğu için } (d_2) = 1$$

$$V(S(K31) \geq S(K34)) \quad 0.281 \geq 0.202 \text{ olduğu için } (d_3) = 1$$

$$V(S(K32) \geq S(K31)) \quad 0.342 \geq 0.281 \text{ olduğu için } (d_1) = 1$$

$$V(S(K32) \geq S(K33)) \quad 0.342 \geq 0.173 \text{ olduğu için } (d_2) = 1$$

$$V(S(K32) \geq S(K34)) \quad 0.342 \geq 0.202 \text{ olduğu için } (d_3) = 1$$

$$V(S(K33) \geq S(K31)) \quad (d_1) = \frac{0.207-0.230}{(0.173-0.230)-(0.281-0.207)} = 0.176$$

$$V(S(K33) \geq S(K32)) \quad 0.249 \geq 0.230 \text{ olduğu için } (d_2) = 0$$

$$V(S(K33) \geq S(K34)) \quad (d_3) = \frac{0.155-0.230}{(0.173-0.230)-(0.202-0.155)} = 0.721$$

$$V(S(K34) \geq S(K31)) \quad (d_1) = \frac{0.207-0.269}{(0.202-0.269)-(0.281-0.207)} = 0.439$$

$$V(S(K34) \geq S(K32)) \quad (d_2) = \frac{0.249-0.269}{(0.202-0.269)-(0.342-0.249)} = 0.125$$

$$V(S(K34) \geq S(K33)) \quad 0.202 \geq 0.173 \text{ olduğu için } (d_3) = 1$$

Bu aşamada kriterlerin minimum olabilirlik dereceleri belirlenerek ağırlıkları elde edilir.

$$d(K31)=\min(0.681, 1, 1)= 0.681$$

$$d(K32)=\min(1, 1, 1)= 1$$

$$d(K33)=\min(0.176, 0, 0.721)= 0$$

$$d(K34)=\min(0.439, 0.125, 1)= 0.125$$

Normalize edilmiş ağırlık vektörü:

$$W=(0.681/1.806, 1/1.806, 0/1.806, 0.125/1.806)$$

$$W=(0.377, 0.554, 0, 0.069)^T \text{ olarak hesaplanır.}$$

Hesaplanan alt kriterler toplam integral yöntemi ile sıralandığında aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur.

$$S(K31)=(0.207, 0.281, 0.379)$$

$$I_T^\alpha (K31) = \frac{1}{2} [0,5 \cdot 0,379 + 0,281 + (1 - 0,5) 0,207] = 0,287$$

$$S(K32)=(0.249, 0.342, 0.462)$$

$$I_T^\alpha (K32) = \frac{1}{2} [0,5 \cdot 0,462 + 0,342 + (1 - 0,5) 0,249] = 0,348$$

$$S(K33)=(0.132, 0.173, 0.230)$$

$$I_T^\alpha (K33) = \frac{1}{2} [0,5 \cdot 0,230 + 0,173 + (1 - 0,5) 0,132] = 0,177$$

$$S(K34)=(0.155, 0.202, 0.269)$$

$$I_T^\alpha (K34) = \frac{1}{2} [0,5 \cdot 0,269 + 0,202 + (1 - 0,5) 0,155] = 0,207$$

Sektörün ekonomik durumu ve sektördeki gelişmeler(K4) ana kriterinin altında sektörün ekonomik durumu ve sektördeki gelişmeler(K41) ve firmanın sektördeki yeri(K42) olmak üzere iki alt kriter için karar vericilerin yaptıkları ikili karşılaştırmalar matrisi aşağıdaki tabloda yer almaktadır. İkili karşılaştırmalar tablosundan yararlanarak alt kriterlerin ana kriter içindeki önem ağırlıkları hesaplanmıştır.

Tablo 5.6. Sektörün Ekonomik Durumu ve Sektördeki Gelişmeler Ana Kriterinin Alt Kriterlerinin Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi.

	K41	K42
K41	(1, 1, 1)	(0.654, 0.765, 0.919)
K42	(1.088, 1.307, 1.529)	(1, 1, 1)

Ana kriterler 4'ün alt kriterlerinin klasik sayılarla ikili karşılaştırmalar matrisi tutarlılık oranı:0,000

Tablo 5.6'da yer alan matristeki bulanık değerlere göre elde edilen sentetik değerler şu şekildedir.

$$S(K41) = (1.654, 1.765, 1.919) \cdot (3.742, 4.072, 4.448)^{-1}$$

$$S(K41) = (1.654, 1.765, 1.919) \cdot \left(\frac{1}{4.448}, \frac{1}{4.072}, \frac{1}{3.742} \right)$$

$$S(K41) = (0.371, 0.433, 0.512)$$

$$S(K42) = (2.088, 2.307, 2.529) \cdot (3.742, 4.072, 4.448)^{-1}$$

$$S(K42) = (2.088, 2.307, 2.529) \cdot \left(\frac{1}{4.448}, \frac{1}{4.072}, \frac{1}{3.742} \right)$$

$$S(K42) = (0.469, 0.566, 0.675)$$

Elde edilen bulanık sentetik derece değerlerinin büyüklük karşılaştırması yapıldığında aşağıdaki olabilirlik değerleri elde edilir.

$$V(S(K41) \geq S(K42)) \quad (d_1) = \frac{0.469 - 0.512}{(0.433 - 0.512) - (0.566 - 0.469)} = 0.244$$

$$V(S(K42) \geq S(K41)) \quad 0.566 \geq 0.433 \text{ olduğu için } (d_2) = 1$$

Bu aşamada kriterlerin minimum olabilirlik dereceleri belirlenerek ağırlıkları elde edilir.

$$d(K41) = \min(0.244) = 0.244$$

$$d(K42) = \min(1) = 1$$

Normalize edilmiş ağırlık vektörü:

$$W=(0.244 /1.244, 1/1.244)$$

$$W=(0.196, 0.804)^T \text{ olarak hesaplanır.}$$

Hesaplanan alt kriterler toplam integral yöntemi ile sıralandığında aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur.

$$S(K41)= (0.371, 0.433, 0.512)$$

$$I_T^\alpha (K41) = \frac{1}{2} [0,5. 0,512 + 0,433 + (1 - 0,5) 0,371] = 0.437$$

$$S(K42)= (0.469, 0.566, 0.675)$$

$$I_T^\alpha (K42) = \frac{1}{2} [0,5. 0,675 + 0,566 + (1 - 0,5) 0,469] = 0,569$$

Beşinci ana kriter kredi teminatları ve teminat yapısı(K5) ana kriterinin alt kriteri bulunmayıp ana kriterlerin önem ağırlıklarının bulunması sırasında Liou-Wang'ın toplam integral yöntemi ile önem ağırlığı daha önce aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$S(K5)= (0.148, 0.209, 0.296)$$

$$I_T^\alpha (K5) = 1/2 [0,5.0,296 +0,209+(1-0,5) 0,148] = 0.215$$

Tablo: 5.7. Karar Analizindeki Ana ve Alt Kriterlerin Bulanık AHP ile Hesaplanan Önem Ağırlıkları

Ana Kriter ve Alt Kriterler	Ana Kriter Ağırlığı	Alt Kriter Ağırlığı
1-FİRMANIN MALİ TABLOLAR ANALİZİ	0,145	
1-Likidite Oranları		0,299
2-Finansal Yapı Oranları		0,259
3- Faaliyet Oranları		0,210
4- Kârlılık Oranları		0,246
2-FİRMA ORTAK VE YÖNETİCİLERİNİN MORALİTELERİ	0,207	
1-Firma Ortak ve Yöneticilerinin Moraliteleri (Borç Ödeme İstek ve Alışkanlıkları, İtibarları)		0,351
2-Firma Ortak ve Yöneticilerinin İş Bilgisi, İş Tecrübeleri ve Yönetim Yetenekleri		0,261
3-Firma ve Ortaklarının TCMB Risk Kaydı ve İstihbaratları ile Kredi Kayıt Bürosu ve Piyasadaki İstihbaratı		0,400
3-FİRMA KAPASİTESİ VE BORÇ ÖDEME PERFORMANSI	0,294	
1-Firmanın Özkaynak Büyüklüğü, Üretim ve Satış Hacmi, Ciro		0,287
2- Talep Edilen Kredinin Firma Faaliyetleri ile Uyumu ve Kredinin Vadesi		0,348
3- Firma Ortak ve Kefillerinin Mal Varlıkları		0,177
4- Firmanın Diğer Finansal Kuruluşlardaki Limit ve Risk Durumu		0,207
4-SEKTÖRÜN EKONOMİK DURUMU VE SEKTÖRDEKİ GELİŞMELER	0,164	
1- Sektörün Ekonomik Durumu ve Sektördeki Gelişmeler		0,437
2- Firmanın Sektördeki Yeri		0,569
5-KREDİ TEMİNATLARI VE TEMİNAT YAPISI	0,215	

5.2.4. İkili karşılaştırma matrislerinin tutarlılığı

Literatürde bulanık ikili karşılaştırma matrisleri için tutarlılık hesaplanmadığı görülmektedir. Ancak karar vericilerin ana kriterler, alt kriterler ve alternatiflerle ilgili değerlendirmeleri bulanıklaştırılmadan önce matrislerin tutarlılığının hesaplandığı görülmektedir. Bu çalışmada da karar vericilerin değerlendirmelerinin tutarlı olup olmadığı hesaplanmıştır. Ayrıca karar vericilerce oluşturulan ikili karşılaştırma matrislerinin geometrik ortalaması alınarak oluşturulan ikili karşılaştırma matrislerinin tutarlılığı hesaplanmıştır. Buna göre elde edilen tutarlılık değerleri matris tablolarının altında gösterilmiştir. Karar vericilerce yapılan değerlendirmelerin tutarlı olduğu, diğer bir ifade ile tutarsızlıkların kabul edilebilir sınırlar dahilinde olduğu görülmüştür.

5.2.5. Firma performans notunun hesaplanması

Firma risk ölçümünde kullanılan faktörler, pek çok nitel değişkene bağlı olarak her bir firma için farklı değerlendirilebilmektedir. Firmaların kredi değerliliğini etkileyen nicel ve nitel faktörler makroekonomik şartlar ve sektördeki gelişmelere bağlı olarak değerlendirilmektedir. Firmaların kriter bazında başarısını ifade eden performans notunun ortaya konmasında piyasa ve sektör şartları nedeniyle ortaya çıkan belirsizlikler karar vericilerin sübjektif yargılarda bulunmasının nedenlerindendir. Firmaların performans notlarının oluşturulmasında kriterlere göre karar vericilerce yapılan bulanık diğer bir ifade ile yapılan dilsel değerlendirmeleri performans puanı olarak ifade edilmiştir.

Performans notu nicel kriterler için ve nitel kriterler için karar vericilerin bulanık değerlendirmelerinden yola çıkılarak hesaplanmaktadır. Performans notu firmanın her bir kriter bazında karar vericiye göre değerlendirilmesini ya da başarısını göstermektedir.

Firmanın performans notu nitel ve nicel kriterler için hesaplanırken karar vericinin dilsel değerlendirmesini ifade eden bulanık sayılar kullanılmıştır. Bu değerlendirme sonucunda bulunan bulanık sayının durulaştırılmasıyla performans notu elde edilmiştir.

Çalışmada hipotetik olarak oluşturulan ve F1, F2,F3, F4 ve F5 kodu ile gösterilen beş firma yer almıştır. Firmaların değerlendirilmesinde karar vericiler tarafından kullanılan ölçek ve bulanık sayıların durulaştırılmış değerleri Tablo 5.8’de gösterilmiştir. Bu firmalardan F1 firması her bir karar kriterleri göre çok kötü(ÇK) ve F5 firması her bir karar kriterine göre çok iyi(Çİ) dilsel değişkeni ile değerlendirilen en kötü ve en iyi ideal firmayı temsil etmektedirler. F1 ve F5 firması bir anlamda duyarlılık analizine de imkân sağlayan uç iki firmadır.

Tablo 5.8. Firmaların Nitel Kriterler Bazında Değerlendirilmesi İçin Kullanılan Sözel Değişkenler ve Bulanık Sayı Olarak İfadeleri

Sözel Değişken	Bulanık Sayı	Durulaştırılmış Sayı
Çok Kötü (ÇK)	(0, 0, 0.1)	0,017
Kötü (K)	(0, 0.1, 0.3)	0,117
Biraz Kötü (BK)	(0.1, 0.3, 0.5)	0,300
Orta (O)	(0.3, 0.5, 0.7)	0,500
Biraz İyi (Bİ)	(0.5, 0.7, 0.9)	0,700
İyi (İ)	(0.7, 0.9, 1.0)	0,883
Çok İyi (Çİ)	(0.9, 1.0, 1.0)	0,983

Çalışmada kriterlere göre firmaların değerlendirilmesinde kullanılan ve Tablo 5.8.’de gösterilen bulanık sayılar, Kwong ve Bai’nin üçgen bulanık sayıların durulaştırılmasında kullanmış oldukları aşağıdaki formül kullanılarak durulaştırılmıştır(Kwong ve Bai, 2003: 622). Örneğin M= (0.3, 0.5, 0.7) bulanık sayısının durulaştırılmış değeri ;

$$M_d = \frac{0.3+4.0.5+0.7}{6} = 0,500 \quad \text{olarak hesaplanmıştır.}$$

Aşağıda Tablo 5.9’da hipotetik olarak oluşturulan beş firma için kriterler bazında dilsel değerlendirmeler yer almaktadır.

Tablo 5.9. Firmaların Kriterler Bazında Dilsel Değerlendirmeleri

Kriterler	F1	F2	F3	F4	F5
1 Likidite Oranları	ÇK	Bİ	Bİ	İ	Çİ
2 Finansal Yapı Oranları	ÇK	İ	Bİ	Bİ	Çİ
3 Faaliyet Oranları	ÇK	O	K	Bİ	Çİ
4 Karlılık Oranları	ÇK	İ	O	O	Çİ
5 Firma Ortak ve Yöneticilerinin Moraliteleri (Borç Ödeme İstek ve Alışkanlıkları, İtibarları)	ÇK	O	Çİ	Çİ	Çİ
6 Firma Ortak ve Yöneticilerin İş Bilgisi, İş Tecrübeleri ve Yönetim Yetenekleri	ÇK	Bİ	Çİ	İ	Çİ
7 Firma ve Ortaklarının TCMB Risk Kaydı ve İstihbaratları İle Kredi Kayıt Bürosu ve Piyasadaki İstihbaratı	ÇK	İ	İ	Çİ	Çİ
8 Firmanın Özkaynak Büyüklüğü, Üretim ve Satış Hacmi, Ciro	ÇK	O	O	İ	Çİ
9 Talep Edilen Kredinin Firma Faaliyetleri İle Uyumu ve Kredinin Vadesi	ÇK	Bİ	K	Çİ	Çİ
10 Firma Ortak ve Kefillerinin Mal Varlıkları	ÇK	Çİ	Çİ	Çİ	Çİ
11 Firmanın Diğer Finansal Kuruluşlardaki Limit ve Risk Durumu	ÇK	ÇK	İ	Çİ	Çİ
12 Sektörün Ekonomik Durumu ve Sektördeki Gelişmeler	ÇK	ÇK	İ	O	Çİ
13 Firmanın Sektördeki Yeri	ÇK	İ	İ	İ	Çİ
14 Kredi Teminatları ve Teminat Yapısı	ÇK	K	O	Bİ	Çİ

5.2.6. Firma kredi notunun hesaplanması

Bulanık AHP yöntemi ile elde edilen kriter önem ağırlıkları kredi talep eden bir firmanın değerlendirilmesinde temel oluşturacaktır. Ticari kredi talep eden bir firma için kriter ağırlık puanlarının, firmaların performans puanları ile çarpılması ile firma notu hesaplanacaktır.

Örneğin, bir firmanın değerlendirilmesi sırasında, ortak ve yöneticilerinin moraliteleri (borç ödeme istek ve alışkanlıkları, itibarları) kriteri için performans puanı karar vericinin dilsel değerlendirmesi sonucunda bulunan bulanık sayı değerinin sayı olarak ifade edilmesi ile elde edilir. Firma ortak ve yöneticilerinin moraliteleri (borç ödeme istek ve alışkanlıkları, itibarları) kriteri için karar vericinin değerlendirmesi Tablo 5.8.’deki ifadelerden “Orta” olarak değerlendirilmiş ve bu değerlendirmenin bulanık sayı karşılığı (0,3, 0,5, 0,7) şeklinde ifade edilmiştir.

(0,3, 0,5, 0,7) bulanık sayısının Kwong ve Bai'nin yöntemi ile karşılığı 0,500 değeri firmanın kritere göre performans notunu oluşturmaktadır.

Firmaların kriter genel ağırlık puanı, Chang'ın Bulanık AHP yöntemi ve Toplam integral yöntemi ile hesaplanan ana kriter ve her bir ana kriterin altındaki alt kriter önem ağırlıkları ile firma performans notunun çarpımı ile elde edilir. Performans notu, kriter önem ağırlığı ile çarpılarak her bir kriter için nihai kredi notu hesaplanmıştır. Kriterler bazında bulunan kredi notlarının toplanması ile firma için toplam nihai kredi notu hesaplanmıştır.

Firmanın firma ortak ve yöneticilerinin moraliteleri (borç ödeme istek ve alışkanlıkları, itibarları) performans notu 0,500 ile bu kritere ait daha önce Chang'ın Bulanık AHP yöntemi ve toplam integral yöntemi ile hesaplanan kriter genel ağırlık puanı olan 0,0700 sayısının çarpımı sonucu bu kritere ait kredi notu bulunacaktır. Buna göre bu kritere ait firma kredi notu $0,500 \cdot 0,0700 = 0,035$ olarak bulunacaktır. Firma ortak ve yöneticilerinin moraliteleri ana kriterinin toplam kredi notu ise alt kriterler için hesaplanan kredi notlarının toplanması ile bulunacaktır. Firmanın toplam kredi notu ise tüm kriterler için hesaplanan kredi notlarının toplanması ile bulunacaktır.

5.2.7. Firma kredi notu hesaplanması tablosu

Firmalar için hesaplanan kredi notu aynı zamanda firmanın kredi risk notu olarak da değerlendirilebilir. Firmanın kredi risk notu 1'e doğru yaklaştıkça firma daha yüksek bir kredi değerliliğine sahip olurken 0'a doğru yaklaşan kredi notu firmanın riskli bir firma, diğer bir ifade ile kredi değerliliği düşük bir firma olduğunu ifade etmektedir.

Tablo 6.10. Bulanık AHP ve toplam integral yöntemine göre kredi taleplerinin değerlendirmesinde kullanılacak olan ticari kredi notu hesaplamasında kullanılacak olan genel bir tablodur. Tablo 5.10'da yer alan kredi risk hesaplama ölçeği, firmaların karar vericiler tarafından kriter bazında Tablo 5.8'deki dilsel ifadeler ile yapıldıktan sonra Tablo 5.10'un üçüncü sütununda yer alan kriterlerin

genel ağırlık puanları ile çarpılıp toplamaları alınarak firmaların toplam kredi puanı hesaplanabilecektir.

Hipotetik olarak oluşturulan Firma 1(F1), Firma 2(F2), Firma 3(F3), Firma 4(F4) ve Firma 5(F5) için karar vericinin Tablo 5.9.'daki değerlendirmesine göre firmalar için kredi notu hesaplaması yapılmıştır. Firmalar için hesaplanan kredi notları Tablo 5.11., Tablo 5.12., Tablo 5.13., Tablo 5.14., ve Tablo 5.15.'de görülmektedir.

Tablo 5.10. Firmalar İçin Bulanık AHP ile Oluşturulan Ticari Kredi Notu Hesaplama Tablosu

Ana Kriter ve Alt Kriterler	Ana Kriter Ağırlığı	Alt Kriter Ağırlığı	Kriter Genel Ağırlık Puanı	Firma Performans Notu	Firma Kredi Notu
1-FİRMANIN MALİ TABLOLAR ANALİZİ	0,14				
1-Likidite Oranları		0,3	0,042		
2-Finansal Yapı Oranları		0,25	0,035		
3- Faaliyet Oranları		0,21	0,0294		
4- Kârlılık Oranları		0,24	0,0336		
2-FİRMA ORTAK VE YÖNETİCİLERİNİN MORALİTELERİ	0,20				
1-Firma Ortak ve Yöneticilerinin Moraliteleri (Borç Ödeme İstek ve Alışkanlıkları, İtibarları)		0,35	0,07		
2-Firma Ortak ve Yöneticilerinin İş Bilgisi, İş Tecrübeleri ve Yönetim Yetenekleri		0,26	0,052		
3-Firma ve Ortaklarının TCMB Risk Kaydı ve İstihbaratları ile Kredi Kayıt Bürosu ve Piyasadaki İstihbaratı		0,4	0,08		
3-FİRMA KAPASİTESİ VE BORÇ ÖDEME PERFORMANSI	0,29				
1-Firmanın Özkaynak Büyüklüğü, Üretim ve Satış Hacmi, Ciro		0,28	0,0812		
2- Talep Edilen Kredinin Firma Faaliyetleri ile Uyum ve Kredinin Vadesi		0,34	0,0986		
3- Firma Ortak ve Kefillerinin Mal Varlıkları		0,17	0,0493		
4- Firmanın Diğer Finansal Kuruluşlardaki Limit ve Risk Durumu		0,2	0,058		
4-SEKTÖRÜN EKONOMİK DURUMU VE SEKTÖRDEKİ GELİŞMELER	0,16				
1- Sektörün Ekonomik Durumu ve Sektördeki Gelişmeler		0,43	0,0688		
2- Firmanın Sektördeki Yeri		0,57	0,0912		
5-KREDİ TEMİNATLARI VE TEMİNAT YAPISI	0,21		0,21		
FİRMA KREDİ NOTU			100		

Tablo 5.11. Firma 1 İçin Firma Ticari Kredi Notu Hesaplaması ve Kriter Ağırlıkları.

Ana Kriter ve Alt Kriterler	Ana Kriter Ağırlığı	Alt Kriter Ağırlığı	Kriter Genel Ağırlık Puanı	F1 Perfor. Notu	Firma Kredi Notu
1-FİRMANIN MALİ TABLOLAR ANALİZİ	0,14				
1-Likidite Oranları		0,3	0,042	0,017	0,000714
2-Finansal Yapı Oranları		0,25	0,035	0,017	0,000595
3- Faaliyet Oranları		0,21	0,0294	0,017	0,0005
4- Kârlılık Oranları		0,24	0,0336	0,017	0,000571
2-FİRMA ORTAK VE YÖNETİCİLERİNİN MORALİTELERİ	0,20				
1-Firma Ortak ve Yöneticilerinin Moraliteleri (Borç Ödeme İstek ve Alışkanlıkları, İtibarları)		0,35	0,07	0,017	0,00119
2-Firma Ortak ve Yöneticilerinin İş Bilgisi, İş Tecrübeleri ve Yönetim Yetenekleri		0,26	0,052	0,017	0,000884
3-Firma ve Ortaklarının TCMB Risk Kaydı ve İstihbaratları ile Kredi Kayıt Bürosu ve Piyasadaki İstihbaratı		0,4	0,08	0,017	0,00136
3-FİRMA KAPASİTESİ VE BORÇ ÖDEME PERFORMANSI	0,29				
1- Firmanın Özkaynak Büyüklüğü, Üretim ve Satış Hacmi, Ciro		0,28	0,0812	0,017	0,00138
2- Talep Edilen Kredinin Firma Faaliyetleri ile Uyumu Ve Kredinin Vadesi		0,34	0,0986	0,017	0,001676
3- Firma Ortak ve Kefillerinin Mal Varlıkları		0,17	0,0493	0,017	0,000838
4- Firmanın Diğer Finansal Kuruluşlardaki Limit ve Risk Durumu		0,2	0,058	0,017	0,000986
4-SEKTÖRÜN EKONOMİK DURUMU VE SEKTÖRDEKİ GELİŞMELER	0,16				
1- Sektörün Ekonomik Durumu ve Sektördeki Gelişmeler		0,43	0,0688	0,017	0,00117
2- Firmanın Sektördeki Yeri		0,57	0,0912	0,017	0,00155
5-KREDİ TEMİNATLARI VE TEMİNAT YAPISI	0,21		0,21	0,017	0,00357
FİRMA KREDİ NOTU			100		0,016985

Tablo 5.12. Firma 2 İçin Firma Ticari Kredi Notu Hesaplaması ve Kriter Ağırlıkları.

Ana Kriter ve Alt Kriterler	Ana Kriter Ağırlığı	Alt Kriter Ağırlığı	Kriter Genel Ağırlık Puanı	F2 Perfor. Notu	Firma Kredi Notu
1-FİRMANIN MALİ TABLOLAR ANALİZİ	0,14				
1-Likidite Oranları		0,3	0,042	0,7	0,0294
2-Finansal Yapı Oranları		0,25	0,035	0,883	0,030905
3- Faaliyet Oranları		0,21	0,0294	0,5	0,0147
4- Kârlılık Oranları		0,24	0,0336	0,883	0,029669
2-FİRMA ORTAK VE YÖNETİCİLERİNİN MORALİTELERİ	0,20				
1-Firma Ortak ve Yöneticilerinin Moraliteleri (Borç Ödeme İstek ve Alışkanlıkları, İtibarları)		0,35	0,07	0,5	0,035
2-Firma Ortak ve Yöneticilerinin İş Bilgisi, İş Tecrübeleri ve Yönetim Yetenekleri		0,26	0,052	0,7	0,0364
3-Firma ve Ortaklarının TCMB Risk Kaydı ve İstihbaratları ile Kredi Kayıt Bürosu ve Piyasadaki İstihbaratı		0,4	0,08	0,883	0,07064
3-FİRMA KAPASİTESİ VE BORÇ ÖDEME PERFORMANSI	0,29				
1- Firmanın Özkaynak Büyüklüğü, Üretim ve Satış Hacmi, Cirosu		0,28	0,0812	0,5	0,0406
2- Talep Edilen Kredinin Firma Faaliyetleri ile Uyumu Ve Kredinin Vadesi		0,34	0,0986	0,7	0,06902
3- Firma Ortak ve Kefillerinin Mal Varlıkları		0,17	0,0493	0,983	0,048462
4- Firmanın Diğer Finansal Kuruluşlardaki Limit ve Risk Durumu		0,2	0,058	0,017	0,000986
4-SEKTÖRÜN EKONOMİK DURUMU VE SEKTÖRDEKİ GELİŞMELER	0,16				
1- Sektörün Ekonomik Durumu ve Sektördeki Gelişmeler		0,43	0,0688	0,017	0,00117
2- Firmanın Sektördeki Yeri		0,57	0,0912	0,883	0,08053
5-KREDİ TEMİNATLARI VE TEMİNAT YAPISI	0,21		0,21	0,117	0,02457
FİRMA KREDİ NOTU			100		0,512051

Tablo 5.13. Firma 3 İçin Firma Ticari Kredi Notu Hesaplaması ve Kriter Ağırlıkları.

Ana Kriter ve Alt Kriterler	Ana Kriter Ağırlığı	Alt Kriter Ağırlığı	Kriter Genel Ağırlık Puanı	F3 Perfor. Notu	Firma Kredi Notu
1-FİRMANIN MALİ TABLOLAR ANALİZİ	0,14				
1-Likidite Oranları		0,3	0,042	0,7	0,0294
2-Finansal Yapı Oranları		0,25	0,035	0,7	0,0245
3- Faaliyet Oranları		0,21	0,0294	0,117	0,00344
4- Kârlılık Oranları		0,24	0,0336	0,5	0,0168
2-FİRMA ORTAK VE YÖNETİCİLERİNİN MORALİTELERİ	0,20				
1-Firma Ortak ve Yöneticilerinin Moraliteleri (Borç Ödeme İstek ve Alışkanlıkları, İtibarları)		0,35	0,07	0,983	0,06881
2-Firma Ortak ve Yöneticilerinin İş Bilgisi, İş Tecrübeleri ve Yönetim Yetenekleri		0,26	0,052	0,983	0,051116
3-Firma ve Ortaklarının TCMB Risk Kaydı ve İstihbaratları ile Kredi Kayıt Bürosu ve Piyasadaki İstihbaratı		0,4	0,08	0,883	0,07064
3-FİRMA KAPASİTESİ VE BORÇ ÖDEME PERFORMANSI	0,29				
1- Firmanın Özkaynak Büyüklüğü, Üretim ve Satış Hacmi, Ciro		0,28	0,0812	0,5	0,0406
2- Talep Edilen Kredinin Firma Faaliyetleri ile Uyumu Ve Kredinin Vadesi		0,34	0,0986	0,117	0,011536
3- Firma Ortak ve Kefillerinin Mal Varlıkları		0,17	0,0493	0,983	0,048462
4- Firmanın Diğer Finansal Kuruluşlardaki Limit ve Risk Durumu		0,2	0,058	0,883	0,051214
4-SEKTÖRÜN EKONOMİK DURUMU VE SEKTÖRDEKİ GELİŞMELER	0,16				
1- Sektörün Ekonomik Durumu ve Sektördeki Gelişmeler		0,43	0,0688	0,883	0,06075
2- Firmanın Sektördeki Yeri		0,57	0,0912	0,883	0,08053
5-KREDİ TEMİNATLARI VE TEMİNAT YAPISI	0,21		0,21	0,5	0,105
FİRMA KREDİ NOTU			100		0,662798

Tablo 5.14.Firma 4 İçin Firma Ticari Kredi Notu Hesaplaması ve Kriter Ağırlıkları.

Ana Kriter ve Alt Kriterler	Ana Kriter Ağırlığı	Alt Kriter Ağırlığı	Kriter Genel Ağırlık Puanı	F4 Perfor. Notu	Firma Kredi Notu
1-FİRMANIN MALİ TABLOLAR ANALİZİ	0,14				
1-Likidite Oranları		0,3	0,042	0,883	0,037086
2-Finansal Yapı Oranları		0,25	0,035	0,7	0,0245
3- Faaliyet Oranları		0,21	0,0294	0,7	0,02058
4- Kârlılık Oranları		0,24	0,0336	0,5	0,0168
2-FİRMA ORTAK VE YÖNETİCİLERİNİN MORALİTELERİ	0,20				
1-Firma Ortak ve Yöneticilerinin Moraliteleri (Borç Ödeme İstek ve Alışkanlıkları, İtibarları)		0,35	0,07	0,983	0,06881
2-Firma Ortak ve Yöneticilerinin İş Bilgisi, İş Tecrübeleri ve Yönetim Yetenekleri		0,26	0,052	0,883	0,045916
3-Firma ve Ortaklarının TCMB Risk Kaydı ve İstihbaratları ile Kredi Kayıt Bürosu ve Piyasadaki İstihbaratı		0,4	0,08	0,983	0,07864
3-FİRMA KAPASİTESİ VE BORÇ ÖDEME PERFORMANSI	0,29				
1- Firmanın Özkaynak Büyüklüğü, Üretim ve Satış Hacmi, Cirosu		0,28	0,0812	0,883	0,0717
2- Talep Edilen Kredinin Firma Faaliyetleri ile Uyumu Ve Kredinin Vadesi		0,34	0,0986	0,983	0,096924
3- Firma Ortak ve Kefillerinin Mal Varlıkları		0,17	0,0493	0,983	0,048462
4- Firmanın Diğer Finansal Kuruluşlardaki Limit ve Risk Durumu		0,2	0,058	0,983	0,057014
4-SEKTÖRÜN EKONOMİK DURUMU VE SEKTÖRDEKİ GELİŞMELER	0,16				
1- Sektörün Ekonomik Durumu ve Sektördeki Gelişmeler		0,43	0,0688	0,5	0,0344
2- Firmanın Sektördeki Yeri		0,57	0,0912	0,883	0,08053
5-KREDİ TEMİNATLARI VE TEMİNAT YAPISI	0,21		0,21	0,7	0,147
FİRMA KREDİ NOTU			100		0,828361

Tablo 5.15. Firma 5 İçin Firma Ticari Kredi Notu Hesaplaması ve Kriter Ağırlıkları.

Ana Kriter ve Alt Kriterler	Ana Kriter Ağırlığı	Alt Kriter Ağırlığı	Kriter Genel Ağırlık Puanı	F5 Perfor. Notu	Firma Kredi Notu
1-FİRMANIN MALİ TABLOLAR ANALİZİ	0,14				
1-Likidite Oranları		0,3	0,042	0,983	0,041286
2-Finansal Yapı Oranları		0,25	0,035	0,983	0,034405
3- Faaliyet Oranları		0,21	0,0294	0,983	0,0289
4- Kârlılık Oranları		0,24	0,0336	0,983	0,033029
2-FİRMA ORTAK VE YÖNETİCİLERİNİN MORALİTELERİ	0,20				
1-Firma Ortak ve Yöneticilerinin Moraliteleri (Borç Ödeme İstek ve Alışkanlıkları, İtibarları)		0,35	0,07	0,983	0,06881
2-Firma Ortak ve Yöneticilerinin İş Bilgisi, İş Tecrübeleri ve Yönetim Yetenekleri		0,26	0,052	0,983	0,051116
3-Firma ve Ortaklarının TCMB Risk Kaydı ve İstihbaratları ile Kredi Kayıt Bürosu ve Piyasadaki İstihbaratı		0,4	0,08	0,983	0,07864
3-FİRMA KAPASİTESİ VE BORÇ ÖDEME PERFORMANSI	0,29				
1- Firmanın Özkaynak Büyüklüğü, Üretim ve Satış Hacmi, Ciro		0,28	0,0812	0,983	0,07982
2- Talep Edilen Kredinin Firma Faaliyetleri ile Uyum ve Kredinin Vadesi		0,34	0,0986	0,983	0,096924
3- Firma Ortak ve Kefillerinin Mal Varlıkları		0,17	0,0493	0,983	0,048462
4- Firmanın Diğer Finansal Kuruluşlardaki Limit ve Risk Durumu		0,2	0,058	0,983	0,057014
4-SEKTÖRÜN EKONOMİK DURUMU VE SEKTÖRDEKİ GELİŞMELER	0,16				
1- Sektörün Ekonomik Durumu ve Sektördeki Gelişmeler		0,43	0,0688	0,983	0,06763
2- Firmanın Sektördeki Yeri		0,57	0,0912	0,983	0,08965
5-KREDİ TEMİNATLARI VE TEMİNAT YAPISI	0,21		0,21	0,983	0,20643
FİRMA KREDİ NOTU			100		0,982115

Firmalar için Bulanık AHP yöntemiyle hesaplanan kredi notları Firma 1 için 0.0169, Firma 2 için 0,512, Firma 3 için 0,662, Firma 4 için ise 0,823 ve Firma 5 için 0,982 olarak bulunmuştur. Hesaplama sonuçlarına göre sıralama yapıldığında Firma 5 en yüksek kredi notuna, Firma 1 ise en düşük kredi notuna sahip firmalar olmuştur. Ancak bu firmalar iki uç örneği oluşturmaktadır. Bu firmaların dışındaki firmalardan Firma 4 en yüksek kredi notuna sahip olurken en düşük kredi notu Firma 2' ye aittir. Firmaların kredi risk değerlendirmesi için oluşturulan Tablo 3.3.'deki risk skalasına göre firmalarla ilgili karar oluşturulacaktır.

5.3. Bulanık TOPSIS Yöntemi ile Ticari Kredi Taleplerinin Değerlendirilmesi

5.3.1. Karar kriterlerinin belirlenmesi

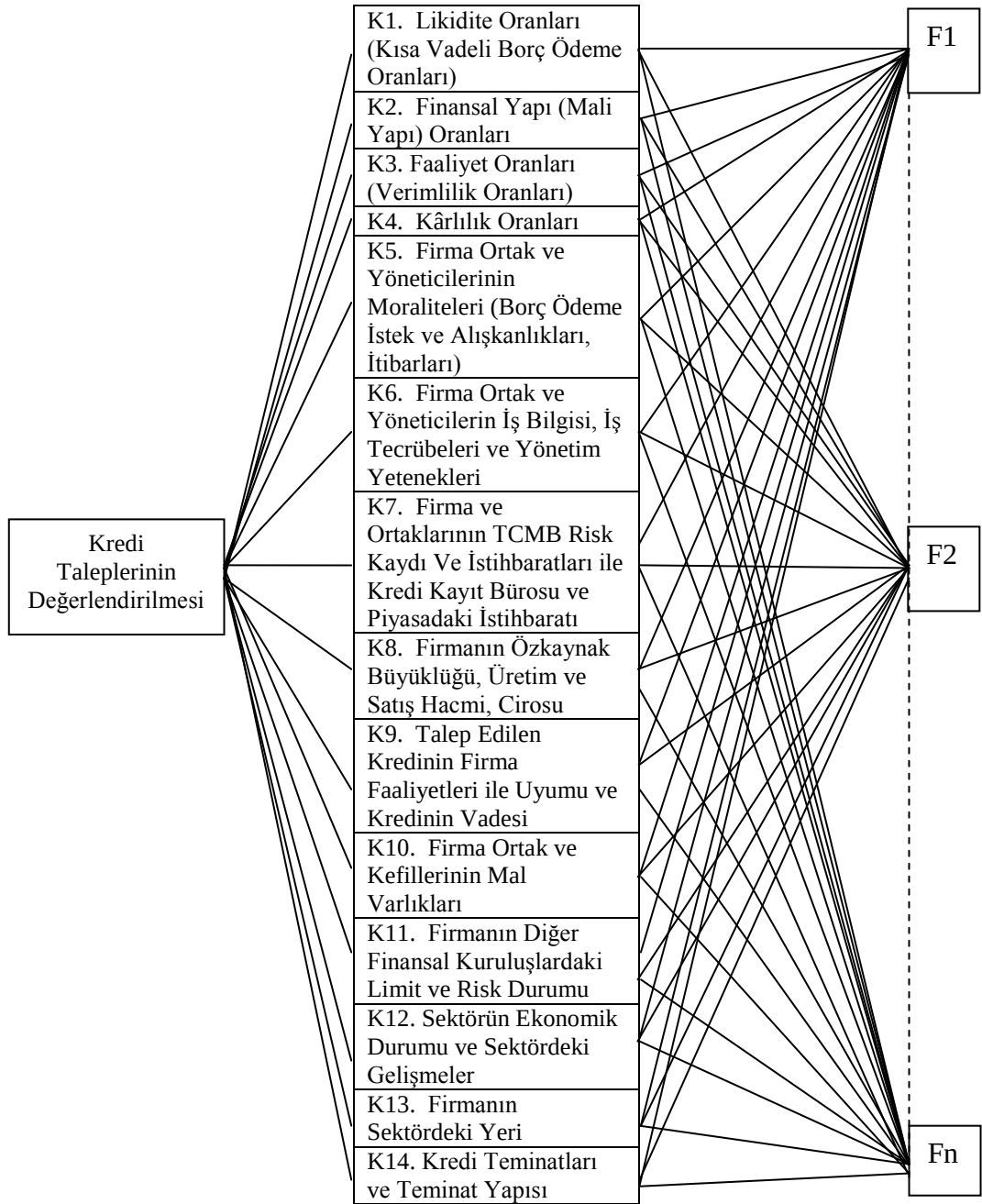
Çalışmada literatür taraması ve karar verici konumundaki uzmanlarla oluşturulan karar kriterleri Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemleri için kullanılmıştır. Belirlenen karar kriterlerinin karar sürecine etki eden tüm kriterleri kapsayacak kadar geniş kapsamda ve karar vericilerin karar vermelerini zorlaştırmayacak kadar dar kapsamda oluşturulmasına dikkat edilmiştir. Bu amaçla kriterler kredilendirmede temel kredi ilkelerini içerecek şekilde oluşturulmuştur. TOPSIS yöntemi, yapısı itibari ile problemi hiyerarşik bir yapı içerisinde ele almamaktadır. Karar kriterleri AHP'de ana kriterler ve ana kriterlerin şeklinde hiyerarşik bir yapı oluştururken Bulanık TOPSIS yönteminde ana kriterler altındaki alt kriterlerin tamamı değerlendirme kriterlerini oluşturmuştur.

Bulanık TOPSIS yöntemi ile hipotetik olarak oluşturulan ve F1, F2, F3, F4 ve F5 şeklinde gösterilen firmalar için kredi notu hesaplanarak değerlendirme yapılmıştır. F1 ve F5 bütün kriterler için en kötü ve en iyi idealize firmalar olarak oluşturulmuştur. Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemleri arasında karşılaştırmaya imkân vermesi için firmaların kriter bazında dilsel değerlendirmeleri aynıdır. F1'in bütün kriterler için "Çok Kötü" dilsel değerlendirmesi ve F5'in bütün kriterler için "Çok İyi" dilsel değerlendirmesi ile değerlendirildiği kabul edilerek F2, F3 ve F4 için kredi puanı hesaplanmıştır. Çünkü daha öncede belirtildiği gibi Bulanık

TOPSIS yöntemi alternatifleri kendi arasında pozitif ideal çözüm ve negatif ideal çözüm noktalarını dikkate alarak hesaplamaktadır. Karar problemi bir sıralama ve seçim problemi niteliği taşıdığından yöntem alternatifleri kendi arasında ideal pozitif ve ideal negatif çözüm noktalarına göre sıralamaktadır. Kredi taleplerinin değerlendirilmesi problemi bir sıralama ve seçim problemi olmayıp bir değerlendirme ve sınıflama problemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Çünkü kredi talebinde bulunan herhangi bir firma için diğer firmalara göre göreceli olarak değil tek başına bir kredi puanı hesaplanması gereklidir. Çünkü kredi talebinde bulunan firma diğer firmalardan bağımsız olarak bankaya başvurmaktadır. Bu nedenle ideal bir firma puanı ile en kötü firma puanı, 0 ile 100 puanı temsil etmek üzere bazı puanlar olarak dikkate alınarak hipotetik olarak oluşturulan firmalar için bir kredi puanı oluşturulmaktadır. Böylece bir grup alternatifin kendi arasında göreceli üstünlüklerinden bağımsız olarak herhangi bir firma için kredi puanı hesaplanmasına imkân sağlanmış olmaktadır.

Öncelikle hipotetik olarak oluşturulan beş firma için kredi kararının verilmesinde etkili olan ve daha önce belirlenen kriterler, karar verici tarafından dilsel yargılar ile değerlendirilmiştir. Değerlendirmede Tablo 5.16.'daki (Chen, 2000:5) değişkenler kullanılmıştır. Daha sonra bu değerlendirmelerin bulanık sayı karşılıkları ile bulanık karar matrisi oluşturulmuştur. Kriterlerin önem ağırlıklarının belirlenmesinden sonra Tablo 5.9.'daki firmaların kriterler bazında dilsel değerlendirmeleri kullanılarak kredi notu hesaplanması yapılmıştır. Bulanık TOPSIS yöntemi adım adım uygulanarak firmalar için yakınlık katsayısı diğer bir ifade ile firma kredi notu hesaplanmıştır. F1 ve F5 firmaları kredi başvurusunda pozitif ve negatif ideal çözüm noktalarını temsil eden firmalar olarak belirlendiğinden bu firmalar için hesaplanan not F1 için 0 ve F5 için 100 tam puanı temsil etmektedir.

TOPSIS yöntemine göre bir firmanın kredi taleplerinin değerlendirilmesinde kullanılan karar kriterleri yukarıdaki şekilde gösterilmiştir. Şekil 5.9'da değerlendirilen her firma için karar kriterleri sıralanmıştır. Yöntemde firmalar değerlendirilirken karar etki eden kriterlerin oluşturulmasından sonra karar kriterlerinin önem ağırlıklarını bulmak önem taşımaktadır.

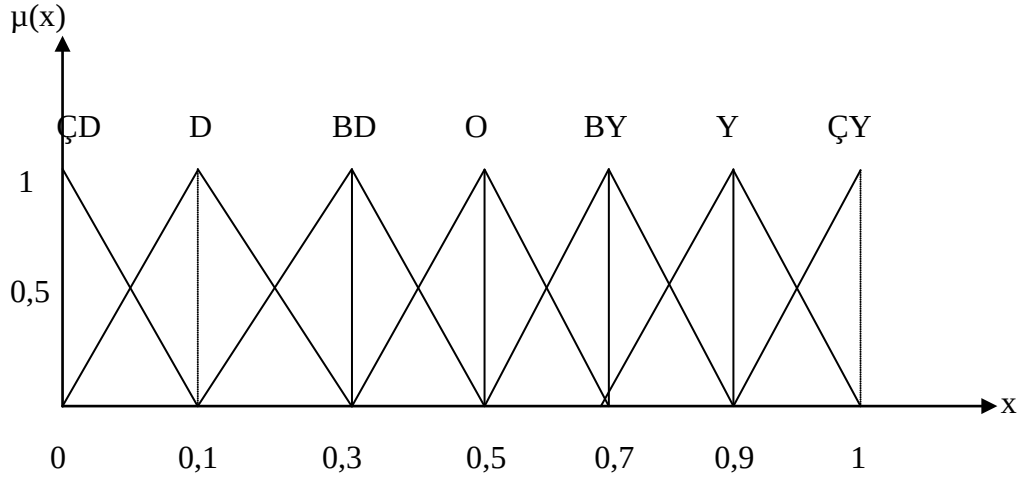


Şekil 5.2. Kredi Karar Analizi Kriterleri

5.3.2. Karar kriterlerinin önem ağırlıklarının bulunması

Bulanık karar matrisi, firmaların karar verici tarafından karar kriterlerine göre değerlendirilmesi sonucunda elde edilmektedir. Burada hipotetik olarak beş firmaya

ilişkin dilsel yargılar ile değerlendirme yapılmıştır. Şekil 5.2.'de gösterilen karar kriterleri karar vericiler tarafından Tablo 5.16.'daki dilsel değişkenler kullanılarak değerlendirilmiştir. 137 banka şube yöneticisinin kriterler hakkındaki dilsel değerlendirmeleri birleştirilerek karar kriterlerinin ağırlıkları bulunmuştur.



Şekil 5.3. Kriterler için Önem Ağırlıklarını Gösteren Üçgen Bulanık Sayılar

Tablo 5.16. Kriterler İçin Göreli Önem Ağırlıklarını Gösteren Değişkenler ve Üçgen Bulanık Sayı Olarak İfadeleri.

Sözel Değişken	Üçgen Bulanık Sayı
Çok Düşük (ÇD)	(0, 0, 0.1)
Düşük (D)	(0, 0.1, 0.3)
Biraz Düşük (BD)	(0.1, 0.3, 0.5)
Orta (O)	(0.3, 0.5, 0.7)
Biraz Yüksek (BY)	(0.5, 0.7, 0.9)
Yüksek (Y)	(0.7, 0.9, 1.0)
Çok Yüksek (ÇY)	(0.9, 1.0, 1.0)

Kaynak : Chen, Tung Cheng (2000), “Extensions Of The TOPSIS For Group Decision-Making Under Fuzzy Environment”, Fuzzy Sets and Systems 114 , s. 5.

K tane karar vericinin bulunduğu bir grupta karar problemini etkileyen w_j^K 'nin j. karar kriterinin önem ağırlığı aşağıdaki formül ile hesaplanacaktır.

$$\tilde{W}_{ij} = \frac{1}{K} [\tilde{w}_{ij}^1 + \tilde{w}_{ij}^2 + \dots + \tilde{w}_{ij}^K]$$

137 uzmandan oluşan karar vericilerin ekte yer alan anket formu ile elde edilen yargıları bu formül yardımıyla birleştirilerek kriterlerin önem ağırlıklarına ulaşılmıştır. Karar kriterlerinin bulanık önem ağırlıkları Tablo 5.17.'de yer almaktadır.

Tablo 5.17. Karar Vericilerce Kriterlerin Dilsel Değerlendirmesi

Kriterler	Ağırlıklar
1 Likidite Oranları	(0.62, 0.80, 0.92)
2 Finansal Yapı Oranları	(0.61, 0.79, 0.92)
3 Faaliyet Oranları	(0.57, 0.75, 0.90)
4 Kârlılık Oranları	(0.57, 0.75, 0.89)
5 Firma Ortak ve Yöneticilerinin Moraliteleri (Borç Ödeme İstek ve Alışkanlıkları, İtibarları)	(0.74, 0.89, 0.97)
6 Firma Ortak ve Yöneticilerin İş Bilgisi, İş Tecrübeleri ve Yönetim Yetenekleri	(0.70, 0.87, 0.96)
7 Firma ve Ortaklarının TCMB Risk Kaydı ve İstihbaratları ile Kredi Kayıt Bürosu ve Piyasadaki İstihbaratı	(0.74, 0.89, 0.97)
8 Firmanın Özkaynak Büyüklüğü, Üretim ve Satış Hacmi, Ciro	(0.68, 0.85, 0.95)
9 Talep Edilen Kredinin Firma Faaliyetleri ile Uyumu ve Kredinin Vadesi	(0.75, 0.91, 0.98)
10 Firma Ortak ve Kefillerinin Mal Varlıkları	(0.60, 0.78, 0.91)
11 Firmanın Diğer Finansal Kuruluşlardaki Limit ve Risk Durumu	(0.63, 0.80, 0.92)
12 Sektörün Ekonomik Durumu ve Sektördeki Gelişmeler	(0.60, 0.79, 0.91)
13 Firmanın Sektördeki Yeri	(0.56, 0.75, 0.88)
14 Kredi Teminatları ve Teminat Yapısı	(0.64, 0.82, 0.93)

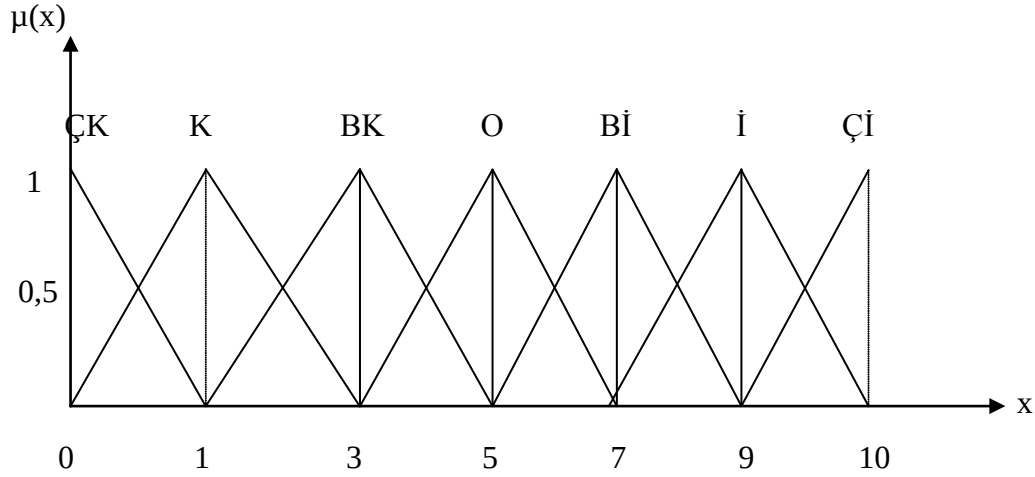
5.3.3. Bulanık karar matrisinin oluşturulması

Eğer K adet kişiden oluşan bir grup kararı söz konusu ise bu durumda bulanık karar matrisinin elde edilmesinde aritmetik ortalamadan yararlanılacaktır. Çalışmada

hipotetik olarak oluşturulan beş firma için karar vericinin bir kredi yetkilisi olacağı düşünüldüğünde hipotetik olarak oluşturulan beş firma için karar verici Tablo 5.18.’deki dilsel değişkenleri kullanarak her bir kriter bazında firmaları üçgen bulanık sayılarla değerlendirmiştir. Karar vericinin kriterlere göre firmalar ile ilgili yaptığı dilsel değerlendirmeler Tablo 5.19.’da yer almaktadır.

K tane karar vericinin bulunduğu bir grupta karar problemindeki X_{ij}^K ’nin i. alternatifin önem ağırlığı ise aşağıdaki formül ile hesaplanır:

$$\tilde{X}_{ij} = \frac{1}{K} [\tilde{x}_{ij}^1 + \tilde{x}_{ij}^2 + \dots + \tilde{x}_{ij}^K]$$



Şekil 5.4. Firmaların Değerlendirilmesinde Kullanılan Üçgen Bulanık Sayılar

Tablo 5.18. Firmaların Değerlendirilmesi İçin Kullanılan Sözel Değişkenler ve Üçgen Bulanık Sayı Olarak İfadeleri

Sözel Değişken	Üçgen Bulanık Sayı
Çok Kötü (ÇK)	(0, 0, 1)
Kötü (K)	(0, 1, 3)
Biraz Kötü (BK)	(1, 3, 5)
Orta (O)	(3, 5, 7)
Biraz İyi (Bİ)	(5, 7, 9)
İyi (İ)	(7, 9, 10)
Çok İyi (Çİ)	(9, 10, 10)

Kaynak : Chen, Tung Cheng (2000), “Extensions Of The TOPSIS For Group Decision-Making Under Fuzzy Environment”, Fuzzy Sets and Systems 114, s. 5.

Tablo 5.19. Firmaların Kriterlere Göre Dilsel Değerlendirmeleri

	Kriterler	F1	F2	F3	F4	F5
1	Likidite Oranları	ÇK	Bİ	Bİ	İ	Çİ
2	Finansal Yapı Oranları	ÇK	İ	Bİ	Bİ	Çİ
3	Faaliyet Oranları	ÇK	O	K	Bİ	Çİ
4	Kârlılık Oranları	ÇK	İ	O	O	Çİ
5	Firma Ortak ve Yöneticilerinin Moraliteleri (Borç Ödeme İstek ve Alışkanlıkları, İtibarları)	ÇK	O	Çİ	Çİ	Çİ
6	Firma Ortak ve Yöneticilerin İş Bilgisi, İş Tecrübeleri ve Yönetim Yetenekleri	ÇK	Bİ	Çİ	İ	Çİ
7	Firma ve Ortaklarının TCMB Risk Kaydı ve İstihbaratları İle Kredi Kayıt Bürosu Ve Piyasadaki İstihbaratı	ÇK	İ	İ	Çİ	Çİ
8	Firmanın Özkaynak Büyüklüğü, Üretim ve Satış Hacmi, Ciro	ÇK	O	O	İ	Çİ
9	Talep Edilen Kredinin Firma Faaliyetleri ile Uyumu ve Kredinin Vadesi	ÇK	Bİ	K	Çİ	Çİ
10	Firma Ortak ve Kefillerinin Mal Varlıkları	ÇK	Çİ	Çİ	Çİ	Çİ
11	Firmanın Diğer Finansal Kuruluşlardaki Limit ve Risk Durumu	ÇK	ÇK	İ	Çİ	Çİ
12	Sektörün Ekonomik Durumu ve Sektördeki Gelişmeler	ÇK	ÇK	İ	O	Çİ
13	Firmanın Sektördeki Yeri	ÇK	İ	İ	İ	Çİ
14	Kredi Teminatları ve Teminat Yapısı	ÇK	K	O	Bİ	Çİ

Firmaların karar verici tarafından kriterler bazında değerlendirilmesinde kullanılan sözel değişkenlerin bulanık sayı olarak ifadelerine göre firmalar için bulanık karar matrisi oluşturulmuştur.

Tablo 5.20. Bulanık Karar Matrisi

Kriterler							
Firma	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
F1	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)
F2	(5, 7, 9)	(7, 9, 10)	(3, 5, 7)	(7, 9, 10)	(3, 5, 7)	(5, 7, 9)	(7, 9, 10)
F3	(5, 7, 9)	(5, 7, 9)	(0, 1, 3)	(3, 5, 7)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(7, 9, 10)
F4	(7, 9, 10)	(5, 7, 9)	(5, 7, 9)	(3, 5, 7)	(9, 10, 10)	(7, 9, 10)	(9, 10, 10)
F5	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)

Tablo 5.20.'nin devamı

Kriterler							
Firma	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14
F1	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)
F2	(3, 5, 7)	(5, 7, 9)	(9, 10, 10)	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)	(7, 9, 10)	(0, 1, 3)
F3	(3, 5, 7)	(0, 1, 3)	(9, 10, 10)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)	(3, 5, 7)
F4	(7, 9, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(3, 5, 7)	(7, 9, 10)	(5, 7, 9)
F5	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)

5.3.4. Normalize edilmiş bulanık karar matrisinin elde edilmesi

Formül (3.21.)'de gösterildiği gibi normalize bulanık karar matrisi, karar kriterinin fayda kriteri olması halinde sütundaki her bir elemanın, bu sütundaki elemanlardan en büyük değere bölünmesi yoluyla hesaplanmıştır. Normalize edilmiş bir matriste her bir bulanık sayının $[0,1]$ aralığında olması sağlanmaktadır. Fayda kriteri esasına göre aşağıdaki formül kullanılarak karar matrisi normalize edilir;

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right), \quad c_j^* = \max c_{ij}, \quad \forall j \in B,$$

Beş firma için yapılan değerlendirmeler ve karşılığı olan bulanık sayılar matrisinin normalize karar matrisi aşağıdaki tablodaki gibidir.

Tablo 5.21. Normalize Bulanık Karar Matrisi

Kriterler							
Firma	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
F1	(0, 0, 0.1)	(0, 0, 0.1)	(0, 0, 0.1)	(0, 0, 0.1)	(0, 0, 0.1)	(0, 0, 0.1)	(0, 0, 0.1)
F2	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.7, 0.9, 1)	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.7, 0.9, 1)	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.7, 0.9, 1)
F3	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.5, 0.7, 0.9)	(0, 0.1, 0.3)	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.9, 1, 1)	(0.9, 1, 1)	(0.7, 0.9, 1)
F4	(0.7, 0.9, 1)	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.9, 1, 1)	(0.7, 0.9, 1)	(0.9, 1, 1)
F5	(0.9, 1, 1)	(0.9, 1, 1)	(0.9, 1, 1)	(0.9, 1, 1)	(0.9, 1, 1)	(0.9, 1, 1)	(0.9, 1, 1)

Tablo 5.21.'in devamı

Kriterler							
Firma	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14
F1	(0, 0, 0.1)	(0, 0, 0.1)	(0, 0, 0.1)	(0, 0, 0.1)	(0, 0, 0.1)	(0, 0, 0.1)	(0, 0, 0.1)
F2	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.9, 1, 1)	(0, 0, 0.1)	(0, 0, 0.1)	(0.7, 0.9, 1)	(0, 0.1, 0.3)
F3	(0.3, 0.5, 0.7)	(0, 0.1, 0.3)	(0.9, 1, 1)	(0.7, 0.9, 1)	(0.7, 0.9, 1)	(0.7, 0.9, 1)	(0.3, 0.5, 0.7)
F4	(0.7, 0.9, 1)	(0.9, 1, 1)	(0.9, 1, 1)	(0.9, 1, 1)	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.7, 0.9, 1)	(0.5, 0.7, 0.9)
F5	(0.9, 1, 1)	(0.9, 1, 1)	(0.9, 1, 1)	(0.9, 1, 1)	(0.9, 1, 1)	(0.9, 1, 1)	(0.9, 1, 1)

5.3.5. Ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisinin elde edilmesi

Ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisinin elde edilmesi için formül (3.25)'ten yararlanılmıştır. Normalize edilmiş karar matrisi ile Tablo 5.17.'deki karar kriterlerinin ağırlıkları çarpımı sonucunda elde edilir. Örneğin F2 için birinci ve ikinci karar kriterine göre elde edilen değerler aşağıdaki gibidir:

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{21} \cdot \tilde{w}_1 = (0.5, 0.7, 0.9) \cdot (0.62, 0.80, 0.92) = (0.310, 0.559, 0.830)$$

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{22} \cdot \tilde{w}_2 = (0.7, 0.9, 1) \cdot (0.61, 0.79, 0.92) = (0.426, 0.713, 0.918)$$

Tablo 5.22. Ağırlıklı Normalize Bulanık Karar Matrisi

Kriterler							
Firma	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
F1	(0.000, 0.000, 0.092)	(0.000, 0.000, 0.092)	(0.000, 0.000, 0.090)	(0.000, 0.000, 0.089)	(0.000, 0.000, 0.097)	(0.000, 0.000, 0.096)	(0.000, 0.000, 0.097)
F2	(0.310, 0.559, 0.830)	(0.426, 0.713, 0.918)	(0.170, 0.377, 0.627)	(0.399, 0.678, 0.887)	(0.221, 0.445, 0.676)	(0.352, 0.610, 0.866)	(0.516, 0.802, 0.968)
F3	(0.310, 0.559, 0.830)	(0.304, 0.554, 0.826)	(0.000, 0.075, 0.269)	(0.171, 0.377, 0.621)	(0.663, 0.890, 0.965)	(0.634, 0.871, 0.962)	(0.516, 0.802, 0.968)
F4	(0.434, 0.719, 0.922)	(0.304, 0.554, 0.826)	(0.283, 0.528, 0.806)	(0.171, 0.377, 0.621)	(0.663, 0.890, 0.965)	(0.493, 0.784, 0.962)	(0.664, 0.891, 0.968)
F5	(0.558, 0.799, 0.922)	(0.548, 0.792, 0.918)	(0.509, 0.754, 0.896)	(0.513, 0.754, 0.887)	(0.663, 0.890, 0.965)	(0.634, 0.871, 0.962)	(0.664, 0.891, 0.968)

Tablo 5.22'nin devamı

Kriterler							
Firma	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14
F1	(0.000, 0.000, 0.095)	(0.000, 0.000, 0.098)	(0.000, 0.000, 0.091)	(0.000, 0.000, 0.092)	(0.000, 0.000, 0.091)	(0.000, 0.000, 0.088)	(0.000, 0.000, 0.093)
F2	(0.203, 0.424, 0.666)	(0.375, 0.637, 0.884)	(0.544, 0.785, 0.913)	(0.000, 0.000, 0.092)	(0.000, 0.000, 0.091)	(0.395, 0.672, 0.883)	(0.000, 0.082, 0.278)
F3	(0.203, 0.424, 0.666)	(0.000, 0.091, 0.295)	(0.544, 0.785, 0.913)	(0.438, 0.723, 0.919)	(0.422, 0.708, 0.913)	(0.395, 0.672, 0.883)	(0.193, 0.410, 0.649)
F4	(0.475, 0.763, 0.951)	(0.674, 0.909, 0.983)	(0.544, 0.785, 0.913)	(0.563, 0.803, 0.919)	(0.181, 0.393, 0.639)	(0.395, 0.672, 0.883)	(0.322, 0.574, 0.834)
F5	(0.610, 0.848, 0.951)	(0.674, 0.909, 0.983)	(0.544, 0.785, 0.913)	(0.563, 0.803, 0.919)	(0.543, 0.786, 0.913)	(0.508, 0.747, 0.883)	(0.580, 0.820, 0.927)

5.3.6. Bulanık pozitif ideal çözüm ve bulanık negatif ideal çözümün belirlenmesi

Ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisinden pozitif ideal çözüm ve negatif ideal çözüm noktaları elde edilir. Karar kriteri sayısı kadar bulanık pozitif ideal çözüm A^+ değeri ve bulanık negatif ideal çözüm A^- değeri vardır. Buna göre ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisinden elde edilen bulanık pozitif ideal çözüm ve bulanık negatif ideal çözüm noktaları sırayla;

$$A^+=[(0.9217, 0.9217, 0.9217), (0.9181, 0.9181, 0.9181), (0.8957, 0.8957, 0.8957), (0.887, 0.887, 0.887), (0.9652, 0.9652, 0.9652), (0.9623, 0.9623, 0.9623), (0.9681, 0.9681, 0.9681), (0.9514, 0.9514, 0.9514), (0.9826, 0.9826, 0.9826), (0.913, 0.913, 0.913), (0.9188, 0.9188, 0.9188), (0.913, 0.913, 0.913), (0.8826, 0.8826, 0.8826), (0.9268, 0.9268, 0.9268)]$$

$$A^-=[(0.000, 0.000, 0.000), (0.000, 0.000, 0.000), (0.00, 0.00, 0.00), (0.000, 0.000, 0.000), (0.000, 0.000, 0.000), (0.000, 0.000, 0.000), (0.000, 0.000, 0.000), (0.000, 0.000, 0.000), (0.000, 0.000, 0.000), (0.000, 0.000, 0.000), (0.000, 0.000, 0.000), (0.000, 0.000, 0.000), (0.000, 0.000, 0.000), (0.000, 0.000, 0.000), (0.000, 0.000, 0.000)]$$

şeklinde bulunur.

Bulanık TOPSIS yönteminde bulanık pozitif ideal çözüm ve bulanık negatif ideal çözüm noktaları referans alınmaktadır. Bulanık pozitif ideal çözüm ve bulanık negatif ideal çözüm noktalarının belirlenmesinden sonra her alternatifin tüm kriterler için bulanık pozitif ideal çözüm ve bulanık negatif ideal çözüme uzaklıkları hesaplanır.

5.3.7. Bulanık pozitif ideal çözümünden ve bulanık negatif ideal çözümünden uzaklıkların bulunması

Ağırlıklı normalize bulanık karar matrisinin her firmaya ait kriterler bazındaki bulanık değerli elemanı bu kritere ait bulanık tam pozitif ideal çözüm kümesi elemanından ve bulanık tam negatif ideal çözüm elemanından çıkarılır. Bulanık sayılar arasındaki uzaklıkların hesaplanmasında Vertex metodu kullanılmıştır.

$\tilde{m} = (m_1, m_2, m_3)$ ve $\tilde{n} = (n_1, n_2, n_3)$ gibi iki üçgen bulanık sayı arasındaki uzaklığı bulmak için Vertex yönteminden yararlanılmakta ve Vertex yöntemi ile iki üçgen bulanık sayı arasındaki uzaklık aşağıda gösterilen formül ile hesaplanmaktadır(Chen, Lin, Huang, 2006: 293).

$$d_v(\tilde{m}, \tilde{n}) = \sqrt{\frac{1}{3}[(m_1 - n_1)^2 + (m_2 - n_2)^2 + (m_3 - n_3)^2]}$$

Bu formüle göre firmalar için bulanık pozitif ideal çözüm kümesi elemanından ve bulanık negatif ideal çözüm değerlerinin hesaplaması yapılır. Beş firmanın ilk kritere göre bulanık pozitif ideal çözümünden ve bulanık negatif ideal çözüme olan uzaklıkları şu şekilde hesaplanır;

$$d(F_1, F^+) =$$

$$\sqrt{\frac{1}{3}[(0,9217 - 0,000)^2 + (0,9217 - 0,000)^2 + (0,9217 - 0,0922)^2]} = 0,8920$$

$$d(F_1, F^-) =$$

$$\sqrt{\frac{1}{3}[(0,000 - 0,000)^2 + (0,000 - 0,000)^2 + (0,000 - 0,0922)^2]} = 0,0532$$

$$d(F_2, F^+) =$$

$$\sqrt{\frac{1}{3}[(0,9217 - 0,3098)^2 + (0,9217 - 0,5595)^2 + (0,9217 - 0,8296)^2]} = 0,4140$$

$$d(F_2, F^-) =$$

$$\sqrt{\frac{1}{3}[(0,000 - 0,3098)^2 + (0,000 - 0,5595)^2 + (0,000 - 0,8296)^2]} = 0,6047$$

$$d(F_3, F^+) =$$

$$\sqrt{\frac{1}{3}[(0,9217 - 0,3098)^2 + (0,9217 - 0,5595)^2 + (0,9217 - 0,8296)^2]} = 0,4140$$

$$d(F_3, F^-) =$$

$$\sqrt{\frac{1}{3}[(0,000 - 0,3098)^2 + (0,000 - 0,5595)^2 + (0,000 - 0,8296)^2]} = 0,6047$$

$$d(F_4, F^+) =$$

$$\sqrt{\frac{1}{3}[(0,9217 - 0,4337)^2 + (0,9217 - 0,7193)^2 + (0,9217 - 0,9217)^2]}=0,3050$$

$$d(F_4, F^-) =$$

$$\sqrt{\frac{1}{3}[(0,000 - 0,4337)^2 + (0,000 - 0,7193)^2 + (0,000 - 0,9217)^2]}= 0,7199$$

$$d(F_5, F^+) =$$

$$\sqrt{\frac{1}{3}[(0,9217 - 0,5576)^2 + (0,9217 - 0,7993)^2 + (0,9217 - 0,9217)^2]}=0,2218$$

$$d(F_5, F^-) =$$

$$\sqrt{\frac{1}{3}[(0,000 - 0,5576)^2 + (0,000 - 0,7993)^2 + (0,000 - 0,9217)^2]}= 0,7744$$

Beş firmanın birinci kritere göre bulanık pozitif ideal çözümden ve bulanık negatif ideal çözümden olan uzaklıklarının hesaplanması gösterilmiştir. Beş firmanın diğer karar kriterleri için de bulanık pozitif ideal çözümden ve bulanık negatif ideal çözüme olan uzaklıklarının aynı şekilde hesaplanması yapılmıştır. Bulunan değerler Tablo 5. 23. ve Tablo 5.24'te görülmektedir.

Tablo 5.23. Kriterlere Göre Firmaların Bulanık Pozitif İdeal Çözümünden Uzaklıkları

	$d(F_1, F^+)$	$d(F_2, F^+)$	$d(F_3, F^+)$	$d(F_4, F^+)$	$d(F_5, F^+)$
K1	0,892073	0,414009	0,414009	0,30504	0,221802
K2	0,888567	0,307808	0,415297	0,415297	0,225841
K3	0,866826	0,537984	0,789122	0,415896	0,237629
K4	0,85841	0,306299	0,530258	0,530258	0,229075
K5	0,934152	0,550334	0,180048	0,180048	0,180048
K6	0,931347	0,410638	0,196797	0,289855	0,196797
K7	0,936958	0,277852	0,277852	0,181144	0,181144
K8	0,920827	0,553543	0,553543	0,295921	0,205774
K9	0,950984	0,407844	0,862882	0,182922	0,182922
K10	0,883658	0,225616	0,225616	0,225616	0,225616
K11	0,889268	0,889268	0,299973	0,21617	0,21617
K12	0,883658	0,883658	0,307299	0,542043	0,226055
K13	0,854202	0,306492	0,306492	0,306492	0,229972
K14	0,896983	0,815201	0,542342	0,407642	0,209347
TOPLAM	12,588	6,887	5,902	4,494	2,968

Tablo 5.24. Kriterlere Göre Firmaların Bulanık Negatif İdeal Çözümünden Uzaklıkları

	$d(F_1, F^-)$	$d(F_2, F^-)$	$d(F_3, F^-)$	$d(F_4, F^-)$	$d(F_5, F^-)$
K1	0,053217	0,604752	0,604752	0,71999	0,774461
K2	0,053007	0,714751	0,600774	0,600774	0,768193
K3	0,051711	0,433546	0,161118	0,579696	0,737016
K4	0,051208	0,684615	0,430789	0,430789	0,734411
K5	0,055727	0,484166	0,849026	0,849026	0,849026
K6	0,05556	0,644432	0,83398	0,771075	0,83398
K7	0,055894	0,784724	0,784724	0,850971	0,850971
K8	0,054932	0,470702	0,470702	0,755625	0,815822
K9	0,056731	0,665251	0,178108	0,865508	0,865508
K10	0,052715	0,762752	0,762752	0,762752	0,762752
K11	0,053049	0,053049	0,720662	0,775819	0,775819
K12	0,052715	0,052715	0,710039	0,445624	0,76294
K13	0,050957	0,680012	0,680012	0,680012	0,729216
K14	0,053509	0,167357	0,456894	0,613428	0,789002
TOPLAM	0,751	7,203	8,244	9,701	11,049

5.3.8. Yakınlık katsayılarının hesaplanarak firmalar için kredi notu oluşturulması

Firmaların bütün kriterler için bulanık pozitif ideal çözümünden ve bulanık negatif ideal çözüme olan uzaklıklarının bulunmasından sonra her beş firma için d_i^+ ve d_i^- değerleri hesaplanır. Bu değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 5. 25. d_i^+ , d_i^- ve CC_i 'nin hesaplanması

	F1	F2	F3	F4	F5
d_i^+	12,588	6,887	5,902	4,494	2,968
d_i^-	0,751	7,203	8,244	9,701	11,049
$d_i^+ + d_i^-$	13,339	14,090	14,146	14,195	14,017
CC_i	0,056	0,511	0,583	0,683	0,788

Firmaların kredi notlarını ifade eden yakınlık katsayıları aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$CC_1 = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+} \quad i= 1,2,3, \dots m$$

Firma 1, Firma 2, Firma 3, Firma 4 ve Firma 5 için yakınlık katsayıları sırasıyla aşağıda gösterildiği gibi hesaplanmıştır;

$$CC_1 = \frac{0,751}{0,751+12,588} = 0,056$$

$$CC_2 = \frac{7,203}{7,203+6,887} = 0,511$$

$$CC_3 = \frac{8,244}{8,244+5,902} = 0,583$$

$$CC_4 = \frac{9,701}{9,701+4,494} = 0,683$$

$$CC_5 = \frac{11,049}{11,049+2,968} = 0,788$$

Firma 1'in yakınlık katsayısı 0,056; Firma 2'nin yakınlık katsayısı 0,511; Firma 3'ün yakınlık katsayısı 0,583; Firma 4'ün yakınlık katsayısı 0,683 ve Firma 5'in yakınlık katsayısı 0,788 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler bir anlamda

firmaların risk derecesini ifade etmektedir. Yakınlık katsayısının 1'e yakın olması bulanık pozitif ideal çözüme çok yakın olduğunu göstermektedir. Yapılan hesaplamalara göre Firma 5'in en yüksek kredi değerliliğine, Firma 1'in ise en düşük kredi değerliliğine sahip olduğu görülmektedir.

Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemleri ile ulaşılan sonuçların birlikte değerlendirilmesi için Tablo 5.26.'ya bakıldığında firma kredi değerliliği ya da risk sıralamasının her iki yöntemde de yakın olduğu görülmektedir. Hesaplanan kredi puanlarının Bulanık AHP'de firma derecelendirmesinin Bulanık TOPSIS yöntemine göre daha yüksek bir seviyede belirlendiği görülmektedir.

Tablo 5.26. Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS'e göre Firmaların Kredi Notları

	F1	F2	F3	F4	F5
Bulanık AHP	0.016	0.512	0.662	0.823	0,982
Bulanık TOPSIS	0.056	0.511	0.583	0.683	0.788

AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemleri ile elde edilen değerler arasındaki farklılığın iki nedeni olduğu düşünülmektedir. Ortaya çıkan farkın birinci nedeni Bulanık TOPSIS yönteminde karar vericilerin kriter ağırlıkları ile ilgili yargılarının tutarlılık kontrolünün yapılmaması, ikinci nedeni ise yöntemlerin teknik farklılıklarının bulunmasıdır.

5.4. Bulanık AHP-Bulanık TOPSIS Bütünleşik Karar Modeli ile Ticari Kredi Taleplerinin Değerlendirilmesi

Problemin çözümü için Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemleri bütünleşik olarak kullanılmıştır. Bu modelde kriterlerin önem ağırlıkları Bulanık AHP ile hesaplanmıştır. Alternatiflerin bu kriterlere göre değerlendirilmesinde ise Bulanık TOPSIS yönteminden faydalanılmıştır.

Tablo 5.19.'da görüldüğü gibi firmaların kriterlere göre karar verici tarafından kriterler bazında değerlendirilmesinde kullanılan sözel değişkenlerin bulanık sayı olarak ifadelerine göre firmalar için aşağıdaki tabloda görülen bulanık karar matrisi oluşturulmuştur.

Tablo 5.27. Bulanık Karar Matrisi

Kriterler							
Firma	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
F1	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)
F2	(5, 7, 9)	(7, 9, 10)	(3, 5, 7)	(7, 9, 10)	(3, 5, 7)	(5, 7, 9)	(7, 9, 10)
F3	(5, 7, 9)	(5, 7, 9)	(0, 1, 3)	(3, 5, 7)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(7, 9, 10)
F4	(7, 9, 10)	(5, 7, 9)	(5, 7, 9)	(3, 5, 7)	(9, 10, 10)	(7, 9, 10)	(9, 10, 10)
F5	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)

Tablo 5.27. 'nin devamı

Kriterler							
Firma	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14
F1	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)
F2	(3, 5, 7)	(5, 7, 9)	(9, 10, 10)	(0, 0, 1)	(0, 0, 1)	(7, 9, 10)	(0, 1, 3)
F3	(3, 5, 7)	(0, 1, 3)	(9, 10, 10)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)	(3, 5, 7)
F4	(7, 9, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(3, 5, 7)	(7, 9, 10)	(5, 7, 9)
F5	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)

5.4.1. Normalize edilmiş bulanık karar matrisinin elde edilmesi

Formül 3.23.te gösterildiği gibi normalize edilmiş bulanık karar matrisi, karar kriterinin fayda kriteri olması durumunda sütundaki her bir elemanın bu sütundaki elemanlardan en büyük değere bölünmesi yoluyla elde edilmiştir. Normalize edilmiş bir matriste her bir bulanık sayının $[0,1]$ aralığında olması sağlanmaktadır. Fayda kriteri esasına göre aşağıdaki formül kullanılarak karar matrisi normalize edilir;

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right), \quad c_j^* = \max c_{ij}, \quad \forall j \in B,$$

Beş firma için yapılan değerlendirmeler ve karşılığı olan bulanık sayılar matrisinin normalize karar matrisi aşağıdaki tablodaki gibidir.

Tablo 5.28. Normalize Bulanık Karar Matrisi

Kriterler							
Firma	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
F1	(0, 0, 0.1)	(0, 0, 0.1)	(0, 0, 0.1)	(0, 0, 0.1)	(0, 0, 0.1)	(0, 0, 0.1)	(0, 0, 0.1)
F2	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.7, 0.9, 1)	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.7, 0.9, 1)	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.7, 0.9, 1)
F3	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.5, 0.7, 0.9)	(0, 0.1, 0.3)	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.9, 1, 1)	(0.9, 1, 1)	(0.7, 0.9, 1)
F4	(0.7, 0.9, 1)	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.9, 1, 1)	(0.7, 0.9, 1)	(0.9, 1, 1)
F5	(0.9, 1, 1)	(0.9, 1, 1)	(0.9, 1, 1)	(0.9, 1, 1)	(0.9, 1, 1)	(0.9, 1, 1)	(0.9, 1, 1)

Tablo 5.28.'in devamı

Kriterler							
Firma	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14
F1	(0, 0, 0.1)	(0, 0, 0.1)	(0, 0, 0.1)	(0, 0, 0.1)	(0, 0, 0.1)	(0, 0, 0.1)	(0, 0, 0.1)
F2	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.5, 0.7, 0.9)	(0.9, 1, 1)	(0, 0, 0.1)	(0, 0, 0.1)	(0.7, 0.9, 1)	(0, 0.1, 0.3)
F3	(0.3, 0.5, 0.7)	(0, 0.1, 0.3)	(0.9, 1, 1)	(0.7, 0.9, 1)	(0.7, 0.9, 1)	(0.7, 0.9, 1)	(0.3, 0.5, 0.7)
F4	(0.7, 0.9, 1)	(0.9, 1, 1)	(0.9, 1, 1)	(0.9, 1, 1)	(0.3, 0.5, 0.7)	(0.7, 0.9, 1)	(0.5, 0.7, 0.9)
F5	(0.9, 1, 1)	(0.9, 1, 1)	(0.9, 1, 1)	(0.9, 1, 1)	(0.9, 1, 1)	(0.9, 1, 1)	(0.9, 1, 1)

5.4.2. Ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisinin elde edilmesi

Firmaların kriterler bazında dilsel yargılar ile değerlendirilerek bulanık karar matrisi oluşturulmuştur. Bu değerlendirme matrisi hipotetik olarak oluşturulan ve Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemlerinde de kullanılan bulanık karar matrisidir. Bulanık karar matrisinin normalize edilmesinden sonra ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisinin elde edilmesi için formül (3.25)'ten yararlanılmıştır. Ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisi Tablo 5.21.'de gösterilen bulanık normalize edilmiş karar matrisi ile Bulanık AHP ile elde edilen ve Tablo 5.10.'da gösterilen karar kriterlerinin ağırlıkları çarpımı sonucunda elde edilir. Bulanık AHP yöntemi ile elde edilen kriter önem ağırlıkları şu şekildedir;

$\tilde{w}=[(0.042, 0.042, 0.042), (0.035, 0.035, 0.035), (0.0294, 0.0294, 0.0294), (0.0336, 0.0336, 0.0336), (0.070, 0.070, 0.070), (0.052, 0.052, 0.052), (0.080, 0.080, 0.080), (0.0812, 0.0812, 0.0812), (0.0986, 0.0986, 0.0986), (0.0493, 0.0493, 0.0493), (0.058, 0.058, 0.058), (0.0688, 0.0688, 0.0688), (0.0912, 0.0912, 0.0912), (0.210, 0.210, 0.210)]$

Kriter ağırlıklarının elde edilmesinden sonra ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisi bulunur. Örneğin F1 için birinci ve ikinci karar kriterine göre elde edilen değerler aşağıdaki gibidir:

$$\tilde{v}_{ij}=\tilde{r}_{11}.\tilde{w}_1=(0.0, 0.0, 0.1).(0.042, 0.042, 0.042)=(0.0000, 0.0000, 0.0042)$$

$$\tilde{v}_{ij}=\tilde{r}_{12}.\tilde{w}_2=(0.0, 0.0, 0.1).(0.035, 0.035, 0.035)=(0.0000, 0.0000, 0.0035)$$

Tablo 5.29. Bulanık AHP Ağırlıkları ile Ağırlıklı Normalize Bulanık Karar Matrisi

Kriterler							
F	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
F1	(0,0000	(0,0000	(0,0000	(0,0000	(0,0000	(0,0000	(0,0000
	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	0,0042)	0,0035)	0,0029)	0,0034)	0,0070)	0,0052)	0,0080)
F2	(0,0210	(0,0245	(0,0088	(0,0235	(0,0210	(0,0260	(0,0560
	0,0294	0,0315	0,0147	0,0302	0,0350	0,0364	0,0720
	0,0378)	0,0350)	0,0206)	0,0336)	0,0490)	0,0468)	0,0800)
F3	(0,0210	(0,0175	(0,0000	(0,0101	(0,0630	(0,0468	(0,0560
	0,0294	0,0245	0,0029	0,0168	0,0700	0,0520	0,0720
	0,0378)	0,0315)	0,0088)	0,0235)	0,0700)	0,0520)	0,0800)
F4	(0,0294	(0,0175	(0,0147	(0,0101	(0,0630	(0,0364	(0,0720
	0,0378	0,0245	0,0206	0,0168	0,0700	0,0468	0,0800
	0,0420)	0,0315)	0,0265)	0,0235)	0,0700)	0,0520)	0,0800)
F5	(0,0378	(0,0315	(0,0265	(0,0302	(0,0630	(0,0468	(0,0720
	0,0420	0,0350	0,0294	0,0336	0,0700	0,0520	0,0800
	0,0420)	0,0350)	0,0294)	0,0336)	0,0700)	0,0520)	0,0800)

Tablo 5.29.'un devamı

Kriterler							
F	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14
F1	(0,0000	(0,0000	(0,0000	(0,0000	(0,0000	(0,0000	(0,0000
	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	0,0081)	0,0099)	0,0049)	0,0058)	0,0069)	0,0091)	0,0210)
F2	(0,0244	(0,0493	(0,0444	(0,0000	(0,0000	(0,0638	(0,0000
	0,0406	0,0690	0,0493	0,0000	0,0000	0,0821	0,0210
	0,0568)	0,0887)	0,0493)	0,0058)	0,0069)	0,0912)	0,0630)
F3	(0,0244	(0,0000	(0,0444	(0,0406	(0,0482	(0,0638	(0,0630
	0,0406	0,0099	0,0493	0,0522	0,0619	0,0821	0,1050
	0,0568)	0,0296)	0,0493)	0,0580)	0,0688)	0,0912)	0,1470)
F4	(0,0568	(0,0887	(0,0444	(0,0522	(0,0206	(0,0638	(0,1050
	0,0731	0,0986	0,0493	0,0580	0,0344	0,0821	0,1470
	0,0812)	0,0986)	0,0493)	0,0580)	0,0482)	0,0912)	0,1890)
F5	(0,0731	(0,0887	(0,0444	(0,0522	(0,0619	(0,0821	(0,1890
	0,0812	0,0986	0,0493	0,0580	0,0688	0,0912	0,2100
	0,0812)	0,0986)	0,0493)	0,0580)	0,0688)	0,0912)	0,2100)

5.4.3. Bulanık pozitif ideal çözüm ve negatif ideal çözümün belirlenmesi

Ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisinden pozitif ideal çözüm ve negatif ideal çözüm noktaları elde edilir. Karar kriteri sayısı kadar bulanık pozitif ideal çözüm A^+ ve bulanık negatif ideal A^- çözüm değeri vardır. Buna göre ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisinden elde edilen bulanık pozitif ideal çözüm ve bulanık negatif ideal çözüm noktaları sırayla;

$A^+ = [(0,0420, 0,0420, 0,0420), (0,0350, 0,0350, 0,0350), (0,0294, 0,0294, 0,0294), (0,0336, 0,0336, 0,0336), (0,0700, 0,0700, 0,0700), (0,0520, 0,0520, 0,0520), (0,0800, 0,0800, 0,0800), (0,0812, 0,0812, 0,0812), (0,0986, 0,0986, 0,0986), (0,0493, 0,0493, 0,0493), (0,0580, 0,0580, 0,0580), (0,0688, 0,0688, 0,0688), (0,0912, 0,0912, 0,0912), (0,210, 0,210, 0,210)]$,

$A^- = [(0,000, 0,000, 0,000), (0,000, 0,000, 0,000), (0,00, 0,00, 0,00), (0,000, 0,000, 0,000), (0,000, 0,000, 0,000), (0,000, 0,000, 0,000), (0,000, 0,000, 0,000), (0,000, 0,000, 0,000), (0,000, 0,000, 0,000), (0,000, 0,000, 0,000), (0,000, 0,000, 0,000), (0,000, 0,000, 0,000), (0,000, 0,000, 0,000), (0,000, 0,000, 0,000), (0,000, 0,000, 0,000)]$,

şeklinde bulunur.

5.4.4. Bulanık pozitif ideal çözümden ve bulanık negatif ideal çözümden uzaklıkların bulunması

Bulanık TOPSIS yönteminde bulanık pozitif ideal çözüm ve bulanık negatif ideal çözüm noktaları referans alınmaktadır. Bulanık pozitif ideal çözüm ve bulanık negatif ideal çözüm noktalarının belirlenmesinden sonra her alternatifin tüm kriterler için bulanık pozitif ideal çözüm ve bulanık negatif ideal çözüme uzaklıkları hesaplanır.

Bulanık sayılar arasındaki uzaklıkların hesaplanmasında Vertex metodu kullanılarak firmaların ilk kritere göre bulanık pozitif ideal çözümden ve bulanık negatif ideal çözüme olan uzaklıkları şu şekilde hesaplanır;

$$d(F_1, F^+) =$$

$$\sqrt{\frac{1}{3}[(0,0420 - 0,000)^2 + (0,0420 - 0,000)^2 + (0,0420 - 0,0042)^2]} = 0,0406$$

$$d(F_1, F^-) =$$

$$\sqrt{\frac{1}{3}[(0,000 - 0,000)^2 + (0,000 - 0,000)^2 + (0,000 - 0,0042)^2]} = 0,0024$$

$$d(F_2, F^+) =$$

$$\sqrt{\frac{1}{3}[(0,0420 - 0,0210)^2 + (0,0420 - 0,0294)^2 + (0,0420 - 0,0378)^2]} = 0,0143$$

$$d(F_2, F^-) =$$

$$\sqrt{\frac{1}{3}[(0,000 - 0,0210)^2 + (0,000 - 0,0294)^2 + (0,000 - 0,0378)^2]} = 0,0301$$

$$d(F_3, F^+) =$$

$$\sqrt{\frac{1}{3}[(0,0420 - 0,0210)^2 + (0,0420 - 0,0294)^2 + (0,0420 - 0,0378)^2]} = 0,0143$$

$$d(F_3, F^-) =$$

$$\sqrt{\frac{1}{3}[(0,000 - 0,0210)^2 + (0,000 - 0,0294)^2 + (0,000 - 0,0378)^2]}=0,0301$$

$$d(F_4, F^+) =$$

$$\sqrt{\frac{1}{3}[(0,0420 - 0,0294)^2 + (0,0420 - 0,0378)^2 + (0,0420 - 0,0420)^2]}=0,0076$$

$$d(F_4, F^-) =$$

$$\sqrt{\frac{1}{3}[(0,000 - 0,0294)^2 + (0,000 - 0,0378)^2 + (0,000 - 0,0420)^2]}=0,0367$$

$$d(F_5, F^+) =$$

$$\sqrt{\frac{1}{3}[(0,0420 - 0,0378)^2 + (0,0420 - 0,0420)^2 + (0,0420 - 0,0420)^2]}=0,0024$$

$$d(F_5, F^-) =$$

$$\sqrt{\frac{1}{3}[(0,000 - 0,0378)^2 + (0,000 - 0,0420)^2 + (0,000 - 0,0420)^2]}=0,0406$$

Beş firmanın birinci kritere göre diğer kriterlere göre bulanık pozitif ideal çözümden ve bulanık negatif ideal çözüme olan uzaklıklarının hesaplanması gösterilmiştir. Beş firmanın diğer karar kriterleri için de bulanık pozitif ideal çözümden ve bulanık negatif ideal çözüme olan uzaklıklarının aynı şekilde hesaplanması yapılmıştır. Bulunan değerler Tablo 5.28. ve Tablo 5.29.'da görülmektedir.

Tablo 5.30. Kriterlere Göre Firmaların Bulanık Pozitif İdeal Çözümünden Uzaklıkları

	$d(F_1, F^+)$	$d(F_2, F^+)$	$d(F_3, F^+)$	$d(F_4, F^+)$	$d(F_5, F^+)$
K1	0,040648	0,014346	0,014346	0,007668	0,002425
K2	0,033874	0,00639	0,011955	0,011955	0,002021
K3	0,028454	0,015464	0,025742	0,010042	0,001697
K4	0,032519	0,006134	0,017673	0,017673	0,00194
K5	0,067747	0,036819	0,004041	0,004041	0,004041
K6	0,050326	0,017761	0,003002	0,009494	0,003002
K7	0,077425	0,014606	0,014606	0,004619	0,004619
K8	0,078587	0,04271	0,04271	0,014825	0,004688
K9	0,095427	0,033678	0,086334	0,005693	0,005693
K10	0,047713	0,002846	0,002846	0,002846	0,002846
K11	0,056133	0,056133	0,010589	0,003349	0,003349
K12	0,066586	0,066586	0,012561	0,036188	0,003972
K13	0,088265	0,016651	0,016651	0,016651	0,005265
K14	0,203241	0,183875	0,110458	0,071729	0,012124
TOPLAM	0,966944	0,514001	0,373516	0,216773	0,057683

Tablo 5.31. Kriterlere Göre Firmaların Bulanık Negatif İdeal Çözümünden Uzaklıkları

	$d(F_1, F^-)$	$d(F_2, F^-)$	$d(F_3, F^-)$	$d(F_4, F^-)$	$d(F_5, F^-)$
K1	0,002425	0,030189	0,030189	0,036775	0,040648
K2	0,002021	0,030646	0,025158	0,025158	0,033874
K3	0,001697	0,015464	0,005368	0,021133	0,028454
K4	0,00194	0,02942	0,017673	0,017673	0,032519
K5	0,004041	0,036819	0,067747	0,067747	0,067747
K6	0,003002	0,037377	0,050326	0,045531	0,050326
K7	0,004619	0,070048	0,070048	0,077425	0,077425
K8	0,004688	0,04271	0,04271	0,071098	0,078587
K9	0,005693	0,070873	0,018002	0,095427	0,095427
K10	0,002846	0,047713	0,047713	0,047713	0,047713
K11	0,003349	0,003349	0,050785	0,056133	0,056133
K12	0,003972	0,003972	0,060241	0,036188	0,066586
K13	0,005265	0,079854	0,079854	0,079854	0,088265
K14	0,012124	0,038341	0,110458	0,150947	0,203241
TOPLAM	0,057683	0,536776	0,676273	0,828803	0,966944

5.4.5. Yakınlık katsayılarının hesaplanarak firmalar için kredi notu oluşturulması

Firmaların bütün kriterler için bulanık pozitif ideal çözümden ve bulanık negatif ideal çözüme olan uzaklıklarının bulunmasından sonra her beş firma için d_i^+ ve d_i^- değerleri hesaplanır. Bu değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 5. 32. d_i^+ , d_i^- ve CC_i değerlerinin hesaplanması

	F1	F2	F3	F4	F5
d_i^+	0,966944	0,514001	0,373516	0,216773	0,057683
d_i^-	0,057683	0,536776	0,676273	0,828803	0,966944
$d_i^+ + d_i^-$	1,024627	1,050777	1,049789	1,045576	1,024627
CC_i	0,05629658	0,510837	0,644199	0,792676	0,943703

Firmaların kredi notlarını ifade eden yakınlık katsayıları aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$CC_1 = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+} \quad i= 1,2,3, \dots m$$

Firma 1, Firma 2, Firma 3, Firma 4 ve Firma 5 için yakınlık katsayıları sırasıyla aşağıda gösterildiği gibi hesaplanmıştır;

$$CC_1 = \frac{0,057683}{0,057683 + 0,966944} = 0,05629$$

$$CC_2 = \frac{0,536776}{0,536776 + 0,514001} = 0,51083$$

$$CC_3 = \frac{0,676273}{0,676273 + 0,373516} = 0,64419$$

$$CC_4 = \frac{0,828803}{0,828803 + 0,216773} = 0,79267$$

$$CC_5 = \frac{0,966944}{0,966944 + 0,057683} = 0,94370$$

Firma 1'in yakınlık katsayısı 0,056; Firma 2'nin yakınlık katsayısı 0,510; Firma 3'ün yakınlık katsayısı 0,644; Firma 4'ün yakınlık katsayısı 0,792 ve Firma 5'in yakınlık katsayısı 0,943 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler Bulanık AHP

yöntemi ile hesaplanan firma puanlarını ile çok küçük farklar dışında paralellik gösterdiği görülür. Yapılan hesaplamalara göre Firma 5'in en yüksek kredi değerliliğine, Firma 1'in ise en düşük kredi değerliliğine sahip olduğu görülmektedir.

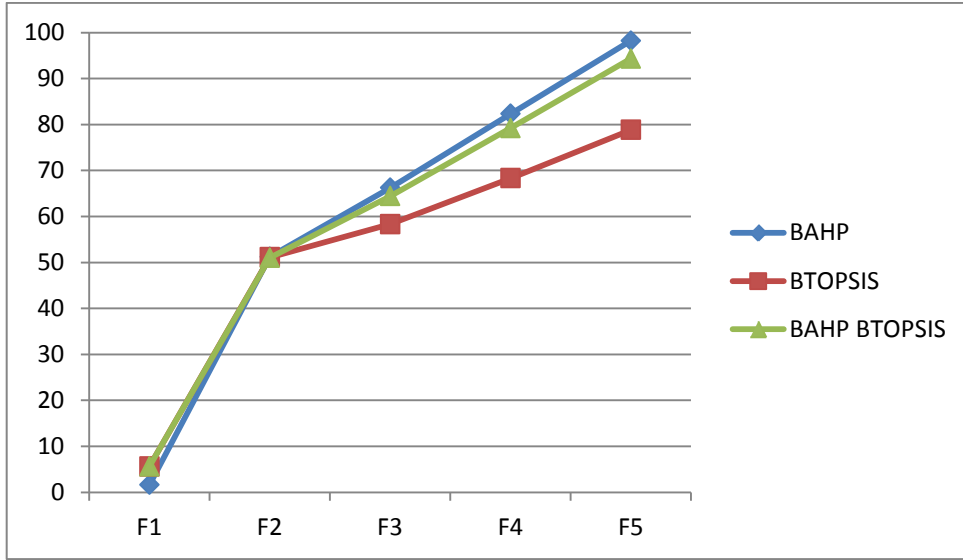
Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS ve Bulanık AHP ağırlıkları kullanılarak elde edilen TOPSIS ile elde edilen sonuçların birlikte değerlendirilmesi için Tablo 6.28'e bakıldığında firma kredi değerliliği ya da risk sıralamasının ve hesaplanan kredi puanlarının her iki yöntemde hemen hemen aynı olduğu görülmektedir.

Tablo 5.33. Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS ve Bütünleşik Model ile Firmaların Kredi Notları

Yöntem/Firmalar	F1	F2	F3	F4	F5
Bulanık AHP	0.016	0.512	0.662	0.823	0,982
Bulanık TOPSIS	0.056	0,511	0,583	0,683	0.788
Bulanık AHP Ağırlıkları ile Bulanık TOPSIS	0.056	0,510	0,644	0,792	0.943

Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemi ile ortaya konan uygulamanın benzer sonuçlar verdiği görülmüştür. Sonuçlara bakılarak tutarlılığının görülmesi için hipotetik olarak oluşturulan beş firmanın kredi değerliliği tespit edilmiş ve benzer trend gösteren sonuçlar ortaya çıkmıştır.

Aşağıdaki şekilde Bulanık ÇKKV yöntemlerinden Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS ve Bulanık AHP-Bulanık TOPSIS bütünleşik yöntemleri ile elde edilen sonuçlar grafik olarak görülmektedir.



Şekil 5.5. Firmaların Notlarının Grafikle Gösterimi.

Alternatifler sıralandıktan sonra, her bir alternatifin yakınlık katsayısı değeri ve Bulanık AHP ile hesaplanan firma kredi notları için değerlendirme ya da diğer bir ifade ile risk grubu sınıflandırması yapmaya imkân verecek bir değerlendirme tablosu tanımlamak karar probleminin yapısına daha uygun bir yaklaşım olabilir. Karar verici risk gruplandırma tablosunda yer alan sözel değişkenleri göz önüne alarak alternatifler için bir değerlendirme yapabilir. Firmalar için Bulanık AHP Ağırlıkları ile Bulanık TOPSIS yöntemine göre yapılan değerlendirmeler sonucuna göre hesaplanan kredi notlarını değerlendirmek için önerilen risk değerlendirme tablosu aşağıda verilmiştir.

Tablo 5.34. Yakınlık Katsayısı ve Firma Kredi Notuna Göre Firma Değerlendirme Tablosu

Yakınlık Katsayısı ve Firma Puan Aralığı	Değerlendirme
(0.0-0.2)	Kesinlikle Reddedilir.
(0.2-0.4)	Yüksek Risk ile Kabul Edilebilir.
(0.4-0.6)	Düşük Risk ile Kabul Edilir.
(0.6-0.8)	Kabul Edilebilir.
(0.8-1.0)	Kabul ve Tercih Edilir.

Kaynak : Chen Tung Cheng, Ching Torng Lin ve Sue Fn Huang (2006), “A Fuzzy Approach For Supplier Evaluation And Selection In Supply Chain Management”, International Journal of Production Economics, 102, ss.296.

Firma 1 ve Firma 5'in iki uç firma örneğini temsil ettiği dikkate alınarak diğer firmaların değerlendirme sonuçları sıralanmıştır. Bulanık ÇKKV yöntemlerinden elde edilen sonuçlara göre Firma 2 Bulanık AHP, Bulanık TOPSIS ve Bulanık AHP-Bulanık TOPSIS bütünleşik ÇKKV yöntemlerinin her üçünde de düşük risk ile kabul edilebilir risk sınıfında değerlendirilmiştir. Firma 3 Bulanık TOPSIS yöntemi ile düşük risk ile kabul edilebilir risk sınıfında değerlendirilirken diğer iki yöntemde kabul edilebilir risk sınıfında değerlendirilmiştir. Firma 4 Bulanık AHP yöntemi ile yapılan değerlendirmede kabul ve tercih edilebilir risk sınıfında yer alırken Bulanık TOPSIS ve Bulanık AHP-Bulanık TOPSIS bütünleşik yöntemi ile yapılan değerlendirmede kabul edilebilir risk sınıfında yer almaktadır. Firmaların risk değerlendirmeleri her üç bulanık karar verme yönteminde paralel bir seyir göstermektedir. Firmaların risk derecesi yöntemlere göre aynı ya da bir alt veya bir üst komşu risk sınıfında yer almaktadır. Kredi karar analizinde bu yöntemlerin kullanılması durumunda yöntemlerin tutarlılığını göstermesi bakımından sonuçlar önemlidir.

SONUÇ

Bankalar pek çok işlevi yerine getirmekle birlikte kredi verme faaliyeti bankaların esas faaliyetini oluşturmaktadır. Bankalar gerçek ya da tüzel kişilere kredi vererek risk üstlenmekte; bu riskleri yöneterek kâr etmekte ve faaliyetlerini sürdürmektedir. Bu nedenle kredi taleplerinin analiz edilmesi ve kredi riskinin yönetilmesi bankalar için önemlidir.

Kredi taleplerinin değerlendirilmesi, bir anlamda kredi talep eden firmaların değerlendirilmesini ve derecelendirilmesini ifade eder. Firma derecelendirme, bankacılık ve finans piyasaları için dar anlamda borç talep edenlerin kredi değerliliği ve ödeme güçlerinin tespit edilerek bu durumun bir risk ya da kredi notu ile ortaya konmasıdır. Derecelendirme ile borç isteyen kişi ve kurumun borç ödeme gücünün sistematik ve objektif bir şekilde ölçülmesi amaçlanmaktadır. Finans piyasalarının büyümesi ve gelişmesi ile ortaya çıkan derecelendirme ile birlikte fon arz edenler ile fon talep edenler arasındaki ilişkiler daha kurumsal bir gelişme göstermiştir.

Giderek büyüyen, karmaşılaşan ve rekabetin arttığı finansal piyasaların en önemli aktörlerinden olan bankalar için kredi derecelendirme hayati önemdeki faaliyetlerden birisi olmuştur. Çünkü derecelendirme kredi riskinin önlenmesi için finansal kuruluşların yapması gereken temel ve zorunlu bir faaliyettir. Küresel çapta rekabetin arttığı piyasalarda firmalar fon ihtiyacı nedeniyle kredi talebi ile başvurduğu bankalar, firmaların bu taleplerini hızlı ve kolay bir şekilde cevaplamak zorundadırlar. Bankalar firmaları değerlendirerek fon talep edenlerin risk seviyesini tespit etmekte ve buna bakarak kredi kararı vermektedir. Değerlendirme ve derecelendirmenin temel amacı, firmaların risk derecelerini ölçerek kredi riskini en aza indirmektir. Kredi riskinin en aza indirilerek doğru bir şekilde yönetilmesi ile bankalar kârlılıklarını artıracaktır.

Bankalar, kredi riskinin ölçülmesinde matematiksel modeller kullanan ölçüm yöntemleri geliştirerek daha objektif karar alma imkânına sahip olmaktadır. Geliştirilen modeller ile kredi risk ölçümü daha standardize ve sistematik bir şekilde

yapılabilmektedir. Kredi derecelendirme ve değerlendirme yöntemleri, belli standartlara sahip olurken aynı zamanda piyasadaki değişimleri ve karar verici konumundaki çalışanların subjektif değerlendirmelerini de dikkate almak zorundadır.

Kredi riskinin ölçümünde geçmişte sıkça kullanılan öznel modeller geleneksel modeller olarak adlandırılmıştır. Bu modellerde kredi yetkilileri kendi tecrübelerine dayanarak öznel değerlendirmeler ile karar vermektedir. Kredi skorlama modelleri şeklinde daha sonraları geliştirilen kredi risk ölçüm yöntemlerinde ise krediye etki eden tüm bilgiler sayısal bir değer olarak ifade edilmektedir. Puanlama yapılarak yüksek riskli firmalara kredi verilmesi önlenerek düşük riskli firmalara kredi verilmesi sağlanmaya çalışılmaktadır. Bu çalışmada kredi kararını veren uzman kişilerin subjektif değerlendirmelerini de değerlendirme sürecine katan bulanık mantık yöntemi ile karar vermeyi sağlayan değerlendirme modeli önerilmeye çalışılmıştır.

Bankaların ticari kredi talebi ile başvuru yapan gerçek ya da tüzel kişilerin kredi taleplerini değerlendirmesi çok kriterli karar verme problemi olarak ortaya çıkmaktadır. Kredi taleplerinin değerlendirilmesi problemi, pek çok nitel ve nicel değişkeni içermektedir. Karar probleminin kantitatif kriterler yanında kalitatif kriterleri de içermesi karar sürecinde bulanık bilgilerin bulunduğunu ifade eder. Belirsizliğin ve bulanık bilgilerin bulunduğu bu tür karar problemlerinde bulanık mantık etkin olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle çalışmada bulanık mantık ve bulanık kümeler teorisine dayanan bulanık çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılmıştır. Bulanık karar verme yöntemleri, sayısal olarak ifade edilemeyen dilsel değişkenlerle ifade edilen belirsiz verilerin dikkate alınmasında ve karar vericilerin subjektif yargı ve tecrübelerinin karar sürecine katılmasında önemli üstünlükler sağlar.

Çalışmada Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemleri kullanılarak klasik AHP ve klasik TOPSIS yöntemlerinin bulanık bilgilerin işlenmesine yönelik eksiklikleri giderilerek, karar probleminin içerdiği belirsizlik ve bulanıklık çözüme yansıtılmıştır. Firmaların ticari kredi taleplerini nitel ve nicel kriterleri dikkate alarak

değerlendiren bir model önerisi ortaya konmuştur. Modelde bulanık mantık kullanılarak karar vericilerin subjektif değerlendirmelerinin ifade edilebilmesine imkân sağlanmıştır. Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemleri birlikte kullanılarak ticari kredi talep eden firmaların değerlendirilmesini amaçlayan bütünlük bir karar modeli ileri sürülmüştür.

Çalışmada literatür taraması ve uzmanlarla yapılan görüşmeler sonucunda karar problemi ile ilgili olarak bir anket oluşturulmuştur. Bu anket, AHP'nin yapısı gereği aynı zamanda probleme ilişkin hiyerarşik yapıyı oluştururken TOPSIS yöntemi için de değerlendirme kriterlerini içermektedir. Oluşturulan anket bankalarda şube yöneticisi konumundaki çok sayıda karar vericiye yöneltilerek objektif değerlendirmelere ulaşılmaya çalışılmıştır.

Bulanık mantığın AHP ile birlikte kullanılmasında Chang'ın genişletilmiş bulanık AHP yöntemi uygulanmıştır. Yöntemde öncelikle uzmanlar tarafından yapılan kriterlerin ikili karşılaştırmaları bulanıklaştırılmış, bulanık karar matrislerinin bulunmasından sonra kriterlerin önem ağırlıklarının hesaplanabilmesi için Chang'ın sentez değerleri hesaplanmıştır. Daha sonra elde edilen sentez değerler ile önem ağırlıkları bulunmuştur. Bulanık sayılar arasında sıralama yapmak için Liou-Wang'ın toplam integral yöntemi kullanılmıştır. Yöntemdeki α iyimserlik katsayısı 0,50 olarak kabul edilmiştir. Katsayının belirlenmesinde ne iyimser ne de kötümser bir bakış açısı tercih edilmemiş, dengeli bir bakış açısı kabul edilmiştir. Liou-Wang'ın yöntemindeki α iyimserlik katsayısı 0,50 seçilerek bir anlamda karar vermenin içerdiği risk unsurları kararda dikkate alınmıştır. Yöntemin sonuçlarına göre kredi taleplerinin değerlendirilmesinde firmanın mali tablolar analizi ana kriteri(K1) 0.145, firmanın ortak ve yöneticilerinin moraliteleri(K2) ana kriteri 0.207, firma kapasitesi ve borç ödeme performansı(K3) ana kriteri 0.294, sektörün ekonomik durumu ve sektördeki gelişmeler(K4) ana kriteri 0.164 ve kredi teminatları ve teminat yapısı (K5) ana kriterinin 0.215 önem derecesine sahip olduğu görülmüştür. Bulunan önem ağırlıkları ile örnek firmaların kriterlere göre değerlendirmesi yapılmıştır. Firmaların kriterlere göre dilsel değişkenler yolu ile değerlendirilmesi yapıldıktan sonra bulanık değerlendirmeler durulaştırılarak firma performans değerleri elde edilmiştir.

Elde edilen performans değerleri ile kriterler için hesaplanan genel ağırlık puanları ile çarpılarak bulunan sonuçlar toplanmış ve firmalar için nihai kredi notu hesaplanmıştır.

Firmaların kredi taleplerinin değerlendirilmesi ve firmaların derecelendirilmesinde etkili olan kriterlerin ağırlıklarına bakıldığında finansal piyasalardaki asimetrik bilgi sorununun ve mali tabloların sınırlılıklarının kriterlerin önem ağırlıklarına yansımış olduğu düşünülmektedir. Çalışma sonucuna göre firmaların kredi taleplerinin değerlendirilmesinde en etkili kriter olarak 0,294 ağırlıkla firma kapasitesi ve borç ödeme performansı(K3) ana kriteri ve bu kriteri 0,215 önem ağırlığı ile kredi teminatları ve teminat yapısı (K5) ana kriterinin izlediği grlmektedir. Bu ana kriterleri firmanın ortak ve yöneticilerinin moraliteleri(K2) ana kriteri 0.207, sektörün ekonomik durumu ve sektördeki gelişmeler(K4) ana kriteri 0.164 ve mali tablolar analizi ana kriteri(K1) 0.145 önem ağırlığı ile takip etmektedir. Literatürde yapılan çalışmalarda bankaların finansal piyasalardaki asimetrik bilgi sorunu karşısında kredi tayinlaması yapmak, güçlü teminatlara yönelmek, kapasitesi büyük ve ödeme gücü yüksek olan firmalara ağırlıkla kredi vermek, firmalar ile olan ilişkileri geliştirmek gibi önlemler aldıkları grlmektedir. Asimetrik bilgi sorunu karşısında bankaların uyguladıkları önlemlerden olan firma büyüklüğü ve ödeme kapasitesi ile teminatlandırma kriterlerinin çalışma sonuçlarında da öne çıktığı grlmektedir. Literatürde yapılan çalışmalarda firmaların nicel verilerinden hareketle yapılan değerlendirmelere ilave olarak asimetrik bilgi sorunundan kaynaklanan riskleri azaltmak üzere bankaların kredi verme davranışlarında kapasite ve ödeme gücü, firmanın teminatları ve firma ortaklarının malvarlıkları ve firmanın diğer finansal kuruluşlardaki limit ve risk durumu, ortak ve yöneticilerin moraliteleri gibi nitel değişkenlerin dikkate alındığı grlmektedir. Bu tür nitel ve belirsizlik içeren değişkenlerin karar modellerine yansıtılması önemlidir. Bu kapsamda nitel ve subjektif değerlendirmeleri karar sürecine katan karar modelleri firmaların kredi risklerini azaltmak bakımından önem taşımaktadır.

Çalışmada kredi taleplerinin değerlendirilmesi karar problemi ÇKKV yöntemlerinden Chen'in bulanık TOPSIS yöntemi ile incelenmiştir. Bulanık TOPSIS yönteminde öncelikle hipotetik olarak oluşturulan firmaların kriterlere göre dilsel değerlendirmeleri bulanık sayılar şeklinde ifade edilmiştir. Bulanık karar matrisinin oluşturulmasından sonra ağırlıklı normalize karar karar matrisi oluşturulmuştur. Daha sonra kriterlerin ağırlıkları Chen'in önerdiği yöntemle göre hesaplanarak pozitif ideal çözüm ve negatif ideal çözüm noktaları belirlenmiştir. Her firmanın bu noktalara olan uzaklıkları hesaplanarak her firma için kredi risk notunu oluşturan yakınlık katsayıları bulunmuştur.

Bulanık TOPSIS, Bulanık AHP ve Bulanık AHP-Bulanık TOPSIS yöntemleri ile bulunan firma kredi puanlarının farklı olmasının yöntemlerin kullandığı matematiksel tekniklerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemlerinin birbirinden farkları, birbirine göre avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Bu farkları ve benzerlikleri aşağıdaki şekilde belirtebiliriz;

- Bulanık AHP Bulanık TOPSIS yöntemine göre daha karmaşık ve daha uzun işlem gerektirmektedir.
- Bulanık AHP'de ele alınan karar probleminin hiyerarşik yapısı yatay ve dikey olarak geniş olduğunda karar vericilerce yapılan ikili karşılaştırmaların tutarlılık sorunu ile karşı karşıya kalılabilmektedir. Bu durum Bulanık AHP yönteminin ikili karşılaştırmalarda tutarlılığın sağlanarak dikkatli bir şekilde uygulanması gerektiğini göstermektedir. Bu kapsamda Bulanık AHP yönteminde problemin yapısına bağlı olarak kurulacak hiyerarşik yapı karar analizine etki eden tüm faktörleri içerecek kadar geniş ancak karşılaştırmalarda tutarlılık sağlanacak kadar sınırlı tutulmalıdır.
- Bulanık AHP'de kriterlerin önem dereceleri karar vericilerce belirlenirken ikili karşılaştırmalar yapmaları istenmekte ve bu ikili karşılaştırmaların

tutarlılığı sağlanmaktadır. Bulanık TOPSIS yönteminde ise ikili karşılaştırmalar yapılmamakta ve önem dereceleri ile ilgili yargıların tutarlılığı aranmamaktadır. Tutarlılık hesaplaması Bulanık AHP yönteminde daha sağlıklı ve güvenilir sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır. Bu nedenle tutarlılık hesaplanmasının Bulanık AHP yönteminin Bulanık TOPSIS yöntemine göre bir üstünlüğü ve avantajı olduğu görülmektedir.

- Bulanık AHP’de yöntemin matematiksel çözümünde aranan tutarlılık, Bulanık TOPSIS yönteminde de sağlanması halinde uygulama probleminin sonuçlarından da görüleceği gibi yöntemler benzer ve paralel sonuçlar verecektir.
- Bulanık TOPSIS yöntemi ile daha basit ve hiyerarşik yapısı olmayan problemler ele alınırken Bulanık AHP’de daha karmaşık ve iç içe geçmiş hiyerarşik yapısı bulunan problemler ele alınabilmektedir. Bu durum problemlerin tanımlanmasında ve probleme etki eden faktörlerin anlaşılmasında faydalı olacaktır. Hiyerarşik yapının kurulması ile problemin yapısını ve problemin iç ilişkilerini anlamak daha kolay olabilmektedir.
- Bulanık TOPSIS yöntemi ikili karşılaştırmalara ihtiyaç duymadan alternatifleri pozitif ideal çözüm ve negatif ideal çözüm noktalarına olan uzaklıklarına göre sıralarken, Bulanık AHP ikili karşılaştırmalara dayanan matematiksel tutarlılık ve sentez değerlerine göre sıralamaktadır.
- Bulanık AHP üçgen bulanık sayılar kullanarak işlem yaparken Bulanık TOPSIS yönteminde üçgen ve yamuk bulanık sayılarla işlem yapılabilmektedir.
- Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemleri karar sürecine sözel değişkenleri diğer bir ifade ile bulanık mantığı dahil ederek klasik yöntemlere göre önemli bir üstünlük elde etmektedir.

- Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemleri birey ya da grup kararı vermede ve subjektif yargıların karar sürecine dahil edilmesine imkan sağlayan yöntemlerdir.

Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yönteminin bu farklılıkları da dikkate alınarak özellikle karar vericilerin tutarlı bir mantıksal yargıda bulunmaları sağlandığında yöntemler benzer sonuçlar verecektir. Ancak tutarlılık kontrolünün Bulanık AHP’de yöntemin önemli bir aşaması olması nedeniyle Bulanık AHP Bulanık TOPSIS’e göre kriter ağırlıklarının bulunmasında önemli bir üstünlüğe sahiptir. Kredi kararlarının verilmesinde ve kredi talep eden firmaların değerlendirilmesinde kredi kararına etki eden kriterlerin ve önem ağırlıklarının belirlenmesinde tutarlılık sağlaması özelliği nedeniyle Bulanık AHP yönteminin kullanılması, alternatiflerin değerlendirilmesinde ise Bulanık TOPSIS yönteminin daha basit ve daha kısa işlemler süreci öne çıkmaktadır. Çalışma sonuçlarına göre, karmaşık problemlerin hiyerarşik yapısının ortaya konarak kriter önem ağırlıklarının belirlenmesinde Bulanık AHP yönteminin kullanıldığı ve kredi risk notunun hesaplanmasında Bulanık TOPSIS yönteminin kullanıldığı bütünleşik bir model ticari kredi karar problemlerinde firmaların değerlendirilerek kredi notu oluşturulmasında etkin sonuçlar verebilecek bir model olarak düşünülmektedir.

Problemin yapısına uygun olarak farklı ÇKKV tekniklerinin kredi karar analizinde kullanılıp kullanılmayacağının araştırılması literatüre ve uygulayıcılara katkılar sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

Abdel-Kader Magdy G and David Dugdale (2001). "Evaluating Investments in Advanced Manufacturing Technology: A Fuzzy Set Theory Approach", British Accounting Review, December, Vol. 33, No. 4, pp. 455-489.

Ahmad, M. İbrahim (2004). Endüstriye Dönük Uygulamalı: Gömülü Sistemlerle Bulanık Mantık. (Çev: Nilgün Çervatoğlu) İstanbul: Bileşim Yayıncılık.

Akbulak, Yavuz(2012). "Kredi Derecelendirmesi veya Rating: Kavram ve Ölçütler" Mali Çözüm, İstanbul SMMMO Dergisi, Mayıs-Haziran, 171-184.

Akerlof, Gerorge. A. (1970) "The Market ForLemons: Quality Uncertainty And The Market Mechanism". The Quarterly Journal Of Economics, Vol. 84, No. 3. August, 488-500.

Akgüç, Öztin (1995). Mali Tablolar Analizi. Genişletilmiş 9. Baskı, İstanbul: Muhasebe Enstitüsü Eğitim Ve Araştırma Vakfı Yayını No:16.

Akıncı Semiha ve Ünder Hasan Ali (2013) Klasik Mantık. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayını.

Akkaya Göktuğ Cenk ve Demireli Erhan (2010). "Analitik Hiyerarşi Süreci ile Kredi Derecelendirme Analizi Üzerine Bir Model Önerisi", Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt:19, Sayı:1, 319-335.

Aladağ, Zerrin (2011). Karar Teorisi. Kocaeli: Umuttepe Yayınları.

Alonso Antonio Jose, Lamata Teresa(2006). "Consistency In The Analytic Hierarchy Process: A New Approach" International Journal Of Uncertainty, Fuzziness And Knowledge-Based Systems Vol. 14, No. 4, 445-459.

Alp Selçuk ve Gündoğdu Ceren Erdin (2012), “Kuruluş Yeri Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi Ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Uygulaması” Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt:14, Sayı:1, s.7-25.

Altaş, İsmail (1999).“Bulanık Mantık: Bulanıklık Kavramı” Enerji, Elektrik, Elektromekanik-3e, Sayı: 62, 80-85.

Altman I. Edward (1968). “Financial Ratios, Discriminant Analysis And The Prediction Of Corporate Bankruptcy” The Journal of Finance Vol. 33, No: 4, 589-609.

Altman I. Edward and Saunders Anthony (1998). “Credit risk measurement: Developments over the last 20 years”. Journal of Banking & Finance 21, 1721-1742.

Atan Murat, Karpaz Gaye ve Göksel, Aykut(2002) “Ankara’daki Anadolu Liselerinin Etkinliğinin Veri zarflama Analizi(VZA) ile Saptanması” XI. Eğitim Bilimleri Kongresi, Yakın Doğu Üniversitesi, Lefkoşe, KKTC. S.1-10.

Ayanoğlu Yıldız ve Ertürk Burak (2007).“ Modern Kredi Riski Yönetiminde Derecelendirmenin Yeri ve İMKB’ye Kayıtlı Şirketler Üzerinde Bir Uygulama” Gazi Üniv. İktisadi ve İdari Bilimler fak. Dergisi, Cilt:9 Sayı:2, 75-90.

Baykal Nazife ve Beyan Timur(2004). Bulanık Mantık Uzman Sistemler ve Denetleyiciler. Ankara: Bıçaklar Kitabevi.

BDDK, Finansal Piyasalar Raporu (Aralık 2012)
www.bddk.org.tr/websitesi/turkce/Raporlar/Finansal_Piyasalar_Raporlari/11902fpr_aralik2012_29032013bb.pdf (Erişim Tarihi : 30.05.2015).

Birgili Erhan, Sekmen Fuat ve Esen Sinan (2013). “Bulanık Mantık Yaklaşımıyla Finansal Yönetim Uygulamaları: Bir Literatür Taraması.”, Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi, Cilt:9, Sayı:19, 121-136.

Bodur Çağlayan ve Teker Suat(2005),“Ticari Firmaların Kredi Derecelendirmesi: İMKB Firmalarına Uygulanması”, İTÜ Dergisi/b, Sosyal Bilimler, Cilt:2, Sayı:1, 25-36.

Büyüközkan Gülçin, Kahraman Cengiz ve Ruan Da. (2004). “A fuzzy multi-criteria decision approach for software development strategy selection”. International Journal of General Systems, 33(2-3), 259-280.

Cengiz Vedat(2010). “Finansal Piyasalarda Bilgi Probleminin Çözümünde Bankaların Rolü”, Bilgi Ekonomisi ve Yönetim Dergisi, Cilt:5, Sayı:1, 151-162.

Charnes, Abraham., Cooper, William . W., & Rhodes, Edwardo. (1978). “Measuring the efficiency of decision making units.” European journal of operational research, 2(6), 429-444.

Chang Da-Yong (1996) “Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP” European Journal of Operational Research, 95, 649-655 .

Che Z.H.,Wang H.S. ve Chuang Chih-Ling (2010) “A Fuzzy AHP and DEA approach for making bank loan decisions for small and medium enterprises in Taiwan” Expert Systems with Applications, 37, 7189-7199.

Chen Tung Cheng, Ching Torng Lin ve Sue Fn Huang(2006) “A Fuzzy Approach For Supplier Evaluation And Selection İn Supply Chain Management” International Journal of Production Economics, 102, 289-301.

Chen, Tung Cheng (2000) “Extensions Of The TOPSIS for Group Decision-Making Under Fuzzy Environment”, Fuzzy Sets and Systems. Vol:114 , 1-9.

Chen, Tung Chen(2001) “A Fuzzy Approach to Select the Location of The Distribution Center” Fuzzy Sets and Systems, 118, 65-73

Chen Shouming, Jian Tao, Yang Hui (2011) “A Fuzzy AHP Approach for Evaluating Customer Value of B2C Companies” , Journal of Computers, Vol. 6 No:2, 224-231.

Chen, Liang-Hsuan, and Tai-WeiChiou (1999) "A fuzzycredit-rating approach for commercial loans: a Taiwan case." Omega27.4, 407-419.

Cheng An Chin, Chen Chung Jen. and Chen Chia Yon(2008). “A Fuzzy Multiple Criteria Comperison Of Technology Forecasting Methods For Predicting The New Materials Development”, Tecnological Forecasting & Social Change 75, 131-141.

Cheng, Ching-Hsue (1997). “Evaluating naval tactical missile systems by fuzzy AHP based on the grade value of membership function”. European Journal of Operational Research, 96(2), 343-350.

Çağıl, Gülcan (2011). “2008 Küresel Kriz Sürecinde Türk Bankacılık Sektörünün Finansal Performansının Electre Yöntemi ile Analizi”. Maliye Finans Yazıları, Yıl 25, sayı 93 ss.59-86.

Çelik Nermin ve Murat Güven (2007).“ Müşterilerin İpotekli Konut Kredisi Taleplerini Nicel Değerlendirme Modeli Önerisi”, BDDK Bankacılık ve Finansal Piyasalar, Cilt:1, Sayı:2, 31-47.

Çetin Ali Cüneyt ve Bıtırak İbrahim Anıl(2010).“Banka Karlılık Performansının Analitik Hiyerarşi Süreci ile Değerlendirilmesi: Ticari Bankalar ile Katılım bankalarında Bir Uygulama”, Akdeniz Üniversitesi, Uluslar arası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi, Cilt:2, Sayı:2, 77-93.

Çınar Tırmıkçıoğlu, Nihan (2011) “ Grup Kararı Vermede Kullanılan Bulanık Topsıs Yöntemleri ve Bir Uygulama:Banka Şube Yeri Seçimi”, Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, Sayı:29, 11-24.

Çipil, Mahir (2008). Risk Yönetimi ve Sigorta. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.

Dumanoglu Sezai ve Ergül Nuray(2010). "İMKB'de İşlem Gören Teknoloji Şirketlerinin Mali Performans Ölçümü" Muhasebe ve Finansman Dergisi, 48, 101-111.

Ecer, Fatih (2007). " Üyelik Fonksiyonu Olarak Üçgen Bulanık Sayılar mı Yamuk Bulanık Sayılar mı?", Gazi Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt:9, Sayı:2, 161-180.

Elmas, Çetin (2003). Bulanık Mantık Denetleyiciler. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Ergül, Nuray (2010). İMKB'de İşlem Gören Enerji Şirketlerinin Mali Performanslarının TOPSIS Yöntemi ile Analizi. İstanbul: Beta Basım Yayım.

Erpolat, Semra (2011). " Ticari Firma Kredi Taleplerinin Değerlendirilmesinde AHY İle Farklı Bulanık Sıralama Yöntemlerinin Denendiği BAHY'nin İncelenmesi" Öneri, Cilt:9, Sayı:36, 213-235.

Ertuğrul İrfan ve Karakaşoğlu Nilsen(2007). "Finans Sektöründe Kredi Taleplerinin Değerlendirilmesinde Bulanık Mantık Yaklaşımı", İktisat İşletme ve Finans Dergisi, Cilt:22, Sayı:255, 95-114.

Ertuğrul, İrfan (2007). "Bulanık AHS ve Bir Tekstil İşletmesinde Makine Seçim Problemine Uygulanması", Hacettepe Üniv. İ.İ.B.F. Dergisi Cilt:25, Sayı:1, s.171-192.

Ertuğrul İrfan ve Karakaşoğlu Nilsen (2010). "Electre ve Bulanık AHP Yöntemleri ile Bir İşletme İçin Bilgisayar Seçimi", Dokuz Eylül Üniversitesi, İşletme Fakültesi Dergisi, Cilt:25, Sayı:2, 23-41.

Feng, Cheng-Min, and Rong-Tsu Wang.(2000) "Performance evaluation for airlines including the consideration of financial ratios." Journal of Air Transport Management 6.3, 133-142.

Girginer, Nuray (2008). “Ticari Kredi Taleplerinin Değerlendirmesine Çok Kriterli Yaklaşım:Özel ve Devlet Bankası Karşılaştırması”, Muhasebe ve Finansman Öğretim Üyeleri Bilim ve Araştırma Derneği(MUFAD), Muhasebe ve Finansman Dergisi, Ocak 2008, Sayı: 37, 132-142.

Göksu, Ali (2008). “Bulanık Analitik Hiyerarşik Proses ve Üniversite Tercih Sırasında Uygulanması” Yayınlanmamış Doktora Tezi. Isparta : Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Göktolga Z. Gökalp, Karakış Engin ve Türkay Hakan (2015), “Orta Asya Türk Cumhuriyetlerinin Ekonomik Performanslarının TOPSIS Metodu ile Karşılaştırılması” Uluslararası Avrasya Ekonomileri Konferansı Kazan, RUSYA – 9-11 Eylül 2015.

Gündoğdu, Ömer (2003). “Bulanık Mantıkla Modelleme” Ekev Akademi Dergisi, Yıl:7, Sayı:15, 255-264.

Halaç, Osman (1995). Kantitatif Karar Verme Teknikleri.İstanbul: Alfa Basım Yayım Dağıtım.

Hanns, Michael (2005).Applied Fuzzy Arithmetic An Introduction with Engineering Applications. Netherlands: Springer.

Ishizaka Alessio and Nemery Philippe(2013). Multi-Criteria Decision Analysis, Methods and Software. London: John Wiley&Sons, Ltd.

Işıklı, Şevki (2008). Bulanık Mantık ve Bulanık Teknolojiler, “Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi Felsefe Bölümü Dergisi”, Sayı:19, 105-126.

İç Yusuf Tansel ve Yurdakul Mustafa (2000). “Analitik Hiyerarşi Sürecini Kullanan Bir Kredi Değerlendirme Sistemi” Gazi Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Cilt:15, No:1, 1-14.

İç, Yusuf Tansel (2012). "Development of a credit limit allocation model for banks using an integrated Fuzzy TOPSIS and linear programming." Expert Systems with Applications 39.5, 5309-5316.

Jang, S. Roger and Ned Gulley, (1995), The Fuzzy Logic Toolbox for use with MATLAB," The Math Works, Inc., Natick, Massachusetts.

Jao-Hong Cheng, Cheng-Wei Chen, and Chen-Yu Lee (2006) “Using Fuzzy Analytical Hierarchy Process for Multi-criteria Evaluation Model of High-Yield Bonds Investment” Fuzzy Systems , IEEE International Conference Publications, 1049-1056.

Kahraman Cengiz, Cebeci Ufuk ve Ulukan Ziya. (2003). “Multi-criteria supplier selection using fuzzy AHP”. Logistics Information Management, 16(6), 382-394.

Kaptanoğlu Dilek ve Özok Ahmet Fahri (2006). “Akademik Performans Değerlendirmesi için Bir Bulanık Model”, İTÜ Dergisi/d Mühendislik, Cilt:5, Sayı:1, Kısım:2, 193-204.

Kavcıoğlu, Şahap (2011). “Ticari Bankacılıkta Kredi Riskinin ve Kredi Riski Ölçüm Modellerinin Değerlendirilmesi” Marmara Üniversitesi, Finansal Araştırmalar ve çalışmalar Dergisi, Cilt:3, Sayı:5, 11-20.

Kaynar Oğuz ve Bircan Hüdaverdi (2004). “OECD Ülkelerinin Telekomünikasyon Sektörlerinin Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi İle Ölçülmesi-2” Cumhuriyet Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt: 21 Ocak 2007 Sayı: 1 s.361-382.

Kısakürek Muhammed Mustafa, Bircan Hüdaverdi ve Aydın Yüksel (2013). “Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile Şirket Kredibilite Değerlendirmesi Metal Eşya Makine ve Gereç Yapım Sektöründe Bir Uygulama”, Niğde Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi Cilt:6, Sayı:2, 204-219.

Kuruüzüm Ayşe ve Atsan Nuray (2001) “ Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve İşletmecilik Alanındaki Uygulamaları” Akdeniz Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi, Sayı:1, 83-105.

Kwong C.K. and Bai H. (2003) “Determining the importance Weights For the Customer Requirements in QFD Using a Fuzzy AHP With an Extent Analysis Approach”, Department of Industrial and Systems Engineering, The Hong Kong, Polytechnic University. IIE Transactions ,Volume 35, Issue 7, ss. 619-626.

Lee H. Kwang (2005), First Course On Fuzzy Theory And Applications Advances İn Soft Computing. Germany: Springer.

Liou, Tian Shy and Wang, Mao Jiun J. (1992). “Ranking fuzzy numbers with integral value”, Fuzzy sets and systems, 50(3), 247-255.

Matar Süreyya ve Baktır M. Ömer (1998). Kredi Limitlerinin Belirlenmesinde İlke ve Prensipler.İstanbul: Pamukbank T.A.Ş. Kurumsal Bankacılık Grubu-1.

Miller A. George (1955) “The Magical Number Seven, Plus or MinusTwo” Some Limits on Our Capacity for Processing Information” Psychological Review, Vol. 101, No. 2, 343-352.

Nabiyev, V. Vasif (2005). Yapay Zeka. Ankara: Seçkin Yayınevi, 2. Baskı.

Öker, Ayşegül (2007). “Ticari Banklarda Kredi ve Kredi Riski Yönetimi-Bir Uygulama” Yayınlanmamış Doktora Tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Ömürbek Nuri ve Tunca Zihni (2013).” Analitik Hiyerarşi Süreci İle Analitik Ağ Süreci Yöntemlerinde Grup Kararı Verilmesi Aşamasına İlişkin Bir Örnek Uygulama”, Süleyman Demirel Üniv. İ.İ.B.F. Dergisi, Cilt:18, Sayı:3, 47-70.

Ömürbek Nuri ve Mercan Yasin (2014) “İmalat Alt Sektörlerinin Finansal Performanslarının TOPSIS ve ELECTRE Yöntemleri İle Değerlendirilmesi.”, Çankırı Karatekin Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi Cilt 4, Sayı 1, ss.237-266.

Özdemir Sağır Müjgan ve Saaty, L. Thomas (2006) “The Unknown in Decision Making”, The European Journal of Operations Research, 174, pp.349-359.

Öztürk, Ahmet (2009), Yöneylem Araştırması. Bursa: Ekin Kitabevi.

Öztürk Ahmet, Ertuğrul İrfan ve Karakaşoğlu Nilsen(2008).“Nakliye Firması Seçiminde Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS Yöntemlerinin Karşılaştırılması” Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi Cilt:25, Sayı:2, 785-824.

Perçin Selçuk ve Ayan Yakıcı Tuba (2010). “AHS ve Bulanık Promethee Yaklaşımlarıyla Esnek Üretim Sistemleri Seçimi”, Marmara Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi, Cilt:XXIX, Sayı:II, 555-575.

Perçin Selçuk ve Karakaya Aykut (2012). “Bulanık Karar Verme Yöntemleriyle Türkiye’de Bilişim Teknolojisi Firmalarının Finansal Performanslarının Değerlendirilmesi” Marmara Üniversitesi, İ.İ.B.F. Dergisi, Cilt:XXXIII, Sayı:II, 241-266.

Saardchom Narumon (2012) “ Credit Scoring Model by Analytic Hierarchy Process AHP” Global Review of Accounting and Finance, Vol.3 No:2, 58-73.

Saaty L. Thomas (1990) “How to make a Decision: The Analytic Hierarchy Process”, European Journal of Operational Research, 48 9-26.

Saaty, L. Thomas (2001). Deriving the AHP 1-9 scale from first principles. ISAHp 2001 proceedings, Bern: Switzerland.

Saaty L. Thomas (2003) “Decision Aiding Decision-making with the AHP: Why is the principal eigen vector necessary” European Journal of Operational Research 145, 85–91.

Saaty L. Thomas (2008a) “Decision making with the analytic hierarchy process” Int. J. Services Sciences, Vol. 1, No. 1, 83-98.

Saaty L. Thomas (2008b) Decision making for Leaders. Pittsburgh: RWS Publications.

Sekreter M. Serhan, Akyüz Gökhan. ve Çetin İpekçi Emre(2004). “ Şirketlerin Derecelendirilmesine İlişkin Bir Model Önerisi: Gıda Sektörüne Yönelik Bir Uygulama” Akdeniz Üniv. İ.İ.B.F. Dergisi, Cilt 8, 139-155.

Soner Selin ve Önüt Semih(2006). “ Çok Kriterli Tedarikçi Seçimi: Bir ELECTRE-AHP Uygulaması”, Sigma Mühendislik ve fen Bilimleri Dergisi,Cilt 4, 110-120.

Sungur, Turgut (1999). Bankacılar İçin Banka Tekniğı. Ankara: Banka ve Ticaret Hukuku Araştırma Enstitüsü, Türkiye İş Bankası A.Ş. Vakfı.

Şahin, İlhan(2012). “Türk Bankacılık Sisteminde Asimetrik Bilgi Sorununun Giderilmesine Yönelik Müşterinin Tanınmasını Sağlayıcı Ortak Veritabanı Uygulamaları”, İktisat ve Girişimcilik Üniversitesi, Kırgız-Türk Sosyal Bilimler Enstitüsü, Akademik Bakış Dergisi, Sayı:33, 1-18.

Şakar, Hakan(2001). Bankalarda Kredilendirme Teknikleri. İstanbul: Strata Yayıncılık.

Şen, Zekai(2001).Bulanık Mantık ve Modelleme İlkeleri. İstanbul: Bilge Kültür Sanat.

Şen, Zekai(2009).Bulanık Mantık İlkeleri ve Modelleme (Mühendislik ve Sosyal Bilimler). İstanbul: Su Vakfı Yayınları.

Şen Güngör Ceyda ve Cenkçi Doruk(2009).” Üretim Planlama Performans Ölçütlerinin Belirlenmesi ve Değerlendirilmesine Entegre Bir Yaklaşım”, Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, Cilt 27, 1-17.

Şendoğdu, A. Aslan(2011).Bankacılığa Giriş. Konya: Gençlik Kitabevi Yayınları.

Şengül Ümran, Eren Miraç ve Shıraz Seyedhadi Eslamian (2012). “Bulanık AHP ile Belediyelerin Toplu Taşıma Araç Seçimi” , Erciyes Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Sayı:40, Haziran-Aralık 2012, 143-165.l

Taha, Hamdi A.(2007).(Çev. Baray Ş.A., Esnaf Ş.) Yöneylem Araştırması 6. Basımdan Çeviri, İstanbul: Literatür Yayıncılık.

Takan, Mehmet (2002). Bankacılık, Teori Uygulama ve Yönetim. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım, 2. Baskı.

Tekin, Mahmut(2010).Sayısal Yöntemler Yenilenmiş 7. Baskı. Konya: Günay Ofset Ltd.Şti.

Timor, Mehpare (2010). Yöneylem Araştırması. İstanbul: Türkmen Kitabevi.

Timor, Mehpare (2011).Analitik Hiyerarşi Prosesi. İstanbul: Türkmen Kitabevi.

Tuncel Cem Okan(2013).“Asimetrik Bilgi Problemi Çerçevesinde Bankacılık Krizlerinin Nedenleri Üzerine Bir İnceleme: Mikro Ekonomik Yaklaşım”, Businessand Economics Resarch Journal, Volume:4, Number:1, 77-102.

Tzeng Gwo-Hshiung, Huang Jih-Jeng (2011) Multiple Attribute Decision Making Methods and Applications. Newyork: CRC Press, Taylor & Francis Group.

Ulucan Aydın ve Atıcı Kazım Barış(2009). “UTADIS Çok Kriterli Sınıflandırma Metodolojisi Ve Türkiye Enerji Sektörü Uygulaması” Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt 27, Sayı 2, 141-159.

Ural, Şafak(2014). www.safakural.com/makaleler/ “puslu-(fuzzy)-mantık,” (Erişim tarihi: 04.04.2014)

Urfalıoğlu Fatma ve Genç Tolga(2013).” Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri ile Türkiye’nin Ekonomik Performansının Avrupa Birliği Ülkeleri ile Karşılaştırılması”, Marmara Üniv. İ.İ.B.F. Dergisi, Cilt 25, Sayı 2, 329-360.

Usta, Mahmut (1997). Kredi Taleplerinin Değerlendirilmesi ve Tahsisi. İstanbul: Pamukbank Eğitim Yayınları 2. Baskı.

Usta, Mahmut (2000). Temel Kredi Bilgileri. İstanbul: Pamukbank Eğitim Yayınları5. Baskı.

Ünal Orhan ve Yücedağ Nilüfer(2013). “ Kredi Talebinin Değerlendirilmesi ve Kredi Talebinin Değerlendirilmesinde Finansal Bilginin Önemi” Gazi Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, Cilt 15, Sayı 1, 63-87.

Van Laarhoven, P. J. M., and Pedrycz, W. (1983). “A fuzzy extension of Saaty's priority theory”, Fuzzy sets and Systems, 11(1), 199-227.

Vargas G. Luis (1990).“An overview of the analytic hierarchy process and its applications”, European Journal of Operational Research, 48 (1), 2-8.

Vassilev, V, Genova, K., Vassileva M. (2005).”A Brief Survey Multi criteria Decision making Methods”. Bulgarian Academy of Sciences Cybernetics and Information Technologies, Vol. 5, No.1, p.4.

Vatansever, Kemal (2013).“Tedarikçi Seçim kararlarında Bulanık TOPSIS Yönteminin Kullanımı ve Bir Uygulama”, Cilt:3, Sayı:3, 155-168.

Wang Liang, Zuowei Wang, Ying Zou (2009) "Research on Credit Evaluation of 3PL Enterprises Based on FAHP" Logistics Sci-Tech, 7, 342-348.

Xu, Yingtao, and Ying Zhang(2009)"A on line credit evaluation method based on AHP and SPA." Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation14.7, 3031-3036.

Yager, Ronald R. (1981). “A procedure for ordering fuzzy subsets of the unit interval”, Information sciences, 24(2), 143-161.

Yazıcı, Mehmet(2011).Bankacılıkta Kredi Tahsisi. Ankara: Seçkin Yayınevi.

Yeşilyurt, Cavit(2003), “Matematik Programlama Tabanlı Etkinlik Ölçüm Yöntemlerinden Veri Zarflama Analizi ile Ortaöğretimde Verimlilik Ölçümü” Yayınlanmamış Doktora Tezi. Sivas: Cumhuriyet Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Yıldırım Bahadır Fatih, Önder Emrah (Ed.) (2014). Operasyonel, Yönetmel, ve Stratejik Problemlerin Çözümünde Çok Kriterli karar verme Yöntemleri. İstanbul: Dora basım-Yayın Dağıtım.

Yıldız, Ayşe (2014). “Kurumsal Yönetim Endeksi ve Altman Z Skoruna Dayalı Lojistik Regresyon Yöntemiyle Şirketlerin Kredi Derecelendirmesi” Süleyman Demirel Üniv. İ.İ.B.F. Dergisi, Cilt:19, Sayı:3, 71-89.

Yılmaz, Zekai (2004). Sayısal Yöntemler, Bursa, Ekin Kitabevi.

Yurdakul Mustafa ve İç Yusuf Tansel (2004) “AHP approach in the credit evaluation of the manufacturing firms in Turkey” International Journal of Production Economics, 88, 269-289.

Zadeh, A Lotfi,(1965). “Fuzzy Sets”, Information and Control, 8, 338-353.

Zadeh, A Lotfi,(1975). “ The Consept of a Linguistic Variable and its Application to Approximate Reasoning-I” Information Science, 8, 199-249.

Zadeh, A Lotfi,(1989). “Knowledge Repesantation in FuzzyLogic”, IEEE Transactions On Knowledge And Data Engineering, Vol. I , No.I . 89-100.

Zadeh, A Lotfi (1995) “Discussion: Probability Theory And Fuzzy Logic Are Complementary Rather Than Compititive” Technometrics, Vol 37, No. 3. 270-276.

Zadeh, A Lotfi (1996) “FuuzyLogic= Compiting with Words” IEEE Transactions on Fuzzy Systems, Vol4, No.2., 103-111.

Zarakolu, Avni(1989). Bankacılar İçin Para ve Kredi Bilgisi, Banka ve Ticaret Hukuku Araştırma Enstitüsü. Ankara: Türkiye İş Bankası A.Ş. Vakfı.

Zhou, P.,Ang, B.W., Poh, K.L. (2006). “Decision analysis İn Energy And Environmental Modeling: An Update” Energy 31, 2604-2622.

Zhu Xiaoqian, Wang Fei, Wang Haiyan, Liang Changzhi, Tang Run, Sun Xiaolei, Li Jianping (2014) “TOPSIS method for quality credit evaluation: A case of air-conditioning market in China” Journal of Computational Science, 5, 99-105.

EKLER

EK 1. Ticari kredi taleplerinin değerlendirilmesinde dikkate alınan kriterler anket formu.

Bu anket Türkiye'deki bankaların ticari kredi verme davranışlarını etkileyen faktörlerin incelenmesini konu alan bir doktora çalışması için hazırlanmıştır. Doktora çalışmasının bilimsel değer taşıyabilmesi, bankacılık alanında güvenilir ve yararlı bilgiler sunabilmesi için anketin eksiksiz olarak ve dikkatle cevaplandırılması önemlidir. Formda ticari kredi verme sürecinde etkili olan ve yapmış olduğumuz araştırmalar sonucu belirlemiş olduğumuz karar kriterlerinin ikili karşılaştırmalarla önem derecesini belirlemeniz istenecektir.

Çalışmaya zaman ayırdığınız ve sunduğunuz değerli katkılar için çok teşekkür ederiz.

Kriterlerin önem derecesini belirlerken kullanılacak olan puanlama ölçütü ve bu ölçütün kullanılmasıyla ilgili açıklamalar:

SAYI DEĞERİ	AÇIKLAMA
1	Eşitlik
3	Az önemli (Az üstün olma hali)
5	Oldukça önemli (Oldukça üstün olma hali)
7	Çok önemli (Çok üstün olma hali)
9	Son derece önemli (Kesin üstün olma hali)
2,4,6,8	Ara değerler(iki sayı arasında kararsız kaldığınız durumda kullanılan sayılar)

Örnek 1: İki kriteri karşılaştırırken bu kriterlerin eşit önem derecesine sahip olduğu kanaatindeyseniz ortadaki 1 sayı değerini işaretleyiniz.

Firmanın Mali Tablolar Analizi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Firma Ortak ve Yöneticilerinin Moraliteleri
--------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Örnek 2: İki kriteri karşılaştırırken sol taraftaki kriterin sağ taraftaki kritere göre daha önemli olduğu kanaatindeyseniz ölçütün sol tarafındaki sayı değerlerinden size uygun önem derecesini işaretleyiniz. Örneğin, Mali Tablolar Analizi kriteri Ortak ve Yöneticilerinin Moraliteleri kriterine göre oldukça önemli ise sol taraftaki 5 in işaretlenmesi gerekmektedir.

Firmanın Mali Tablolar Analizi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Firma Ortak ve Yöneticilerinin Moraliteleri
--------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Örnek 3 : İki kriteri karşılaştırırken sağ taraftaki kriterin sol taraftaki kritere göre daha önemli olduğu kanaatindeyseniz ölçütün sağ tarafındaki sayı değerlerinden size uygun önem derecesini işaretleyiniz. Örneğin, Firmanın Ortak ve Yöneticilerinin Moraliteleri kriteri Mali Tablolar Analizi kriterine göre Çok önemli ise sağ taraftaki 7 nin işaretlenmesi gerekmektedir.

Firmanın Mali Tablolar Analizi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Firma Ortak ve Yöneticilerinin Moraliteleri
--------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

SORULAR

1. Aşağıdaki kriterleri ticari kredi taleplerinin değerlendirmesini yaparken sizin için önemlilik derecesine göre puanlayınız.

Firmanın Mali Tablolar Analizi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Firma Ortak ve Yöneticilerinin Moraliteleri
--------------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Firmanın Mali Tablolar Analizi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Firma Kapasitesi ve Borç Ödeme Performansı
Firmanın Mali Tablolar Analizi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sektörün Ekonomik Durumu ve Sektördeki Gelişmeler
Firmanın Mali Tablolar Analizi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kredi Teminatları ve Teminat Yapısı

Firma Ortak ve Yöneticilerinin Moraliteleri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Firma Kapasitesi ve Borç Ödeme Performansı
Firma Ortak ve Yöneticilerinin Moraliteleri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sektörün Ekonomik Durumu ve Sektördeki Gelişmeler
Firma Ortak ve Yöneticilerinin Moraliteleri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kredi Teminatları ve Teminat Yapısı

Firma Kapasitesi ve Borç Ödeme Performansı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Sektörün Ekonomik Durumu ve Sektördeki Gelişmeler
Firma Kapasitesi ve Borç Ödeme Performansı	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kredi Teminatları ve Teminat Yapısı

Sektörün Ekonomik Durumu ve Sektördeki Gelişmeler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kredi Teminatları ve Teminat Yapısı
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------------------------------------

2. Firmanın Mali Tablolar Analizi ana kriterine ait olan elemanlar kümesini Firmanın Mali Tablolar Analizine olan etkisi bakımından değerlendiriniz.

Likidite Oranları (Kısa vadeli borç ödeme oranları)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Finansal Yapı (Mali Yapı) Oranları
Likidite Oranları (Kısa vadeli borç ödeme oranları)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Faaliyet Oranları (Verimlilik Oranları)

Likidite Oranları (Kısa vadeli borç ödeme oranları)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kârlılık Oranları
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------------------

Finansal Yapı (Mali Yapı) Oranları	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Faaliyet Oranları (Verimlilik Oranları)
Finansal Yapı (Mali Yapı) Oranları	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kârlılık Oranları

Faaliyet Oranları (Verimlilik Oranları)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Kârlılık Oranları
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-------------------

3. Firmanın Ortak ve Yöneticilerinin Moraliteleri ana kriterine ait olan elemanlar kümesini Ortak ve Yöneticilerin Moralitelerine olan etkisi bakımından değerlendiriniz.

Firma Ortak ve Yöneticilerinin Moraliteleri (Borç Ödeme İstek ve Alışkanlıkları, İtibarları)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Firma Ortak ve Yöneticilerinin İş Bilgisi, İş Tecrübeleri ve Yönetim Yetenekleri
Firma Ortak ve Yöneticilerinin Moraliteleri (Borç Ödeme İstek ve Alışkanlıkları, İtibarları)	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Firma ve Ortaklarının TCMB Risk Kaydı ve İstihbaratları ile Kredi Kayıt Bürosu ve Piyasadaki İstihbaratı

Firma Ortak ve Yöneticilerinin İş Bilgisi, İş Tecrübeleri ve Yönetim Yetenekleri	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Firma ve Ortaklarının TCMB Risk Kaydı ve İstihbaratları İle Kredi Kayıt Bürosu ve Piyasadaki İstihbaratı
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--

4. Firmanın Kapasitesi ve Ödeme Performansı ana kriterine ait olan elemanlar kümesini Firmanın Kapasitesi ve Ödeme Performansına olan etkisi bakımından değerlendiriniz.

Firmanın Özkaynak Büyüklüğü, Üretim ve Satış Hacmi, Ciro	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Talep Edilen Kredinin Firma Faaliyetleri ile Uyumu ve Kredinin Vadesi
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Firmanın Özkaynak Büyüklüğü, Üretim ve Satış Hacmi, Ciro	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Firma Ortak ve Kefillerinin Mal Varlıkları
Firmanın Özkaynak Büyüklüğü, Üretim ve Satış Hacmi, Ciro	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Firmanın Diğer Finansal Kuruluşlardaki Limit ve Risk durumu

Talep Edilen Kredinin Firma Faaliyetleri ile Uyumu ve Kredinin Vadesi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Firma Ortak ve Kefillerinin Mal Varlıkları
Talep Edilen Kredinin Firma Faaliyetleri ile Uyumu ve Kredinin Vadesi	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Firmanın Diğer Finansal Kuruluşlardaki Limit ve Risk Durumu

Firma Ortak ve Kefillerinin Mal Varlıkları	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Firmanın Diğer Finansal Kuruluşlardaki Limit ve Risk Durumu
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

5. Sektörün Ekonomik Durumu ve Sektördeki Gelişmeler ana kriterine ait olan elemanlar kümesini Sektörün Ekonomik Yapısı ve Sektördeki Gelişmelere olan etkisi bakımından değerlendiriniz.

Sektörün Ekonomik Durumu ve Sektördeki Gelişmeler	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Firmanın Sektördeki Yeri
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	--------------------------

6. Bu kısımda ticari kredi taleplerini değerlendirirken etkili olan kriterlerin size göre önem derecesini işaretleyerek belirtiniz.

	Çok düşük derecede önemli	Düşük derecede önemli	Biraz düşük derecede Önemli	Orta derecede önemli	Biraz yüksek derecede önemli	Yüksek derecede önemli	Çok yüksek derecede önemli
Likidite Oranları							
Finansal Yapı Oranları							

Faaliyet Oranları							
Kârlılık Oranları							
Firma Ortak ve Yöneticilerinin Moraliteleri (Borç Ödeme İstek ve Alışkanlıkları, İtibarları)							
Firma Ortak ve Yöneticilerin İş Bilgisi, İş Tecrübeleri ve Yönetim Yetenekleri							
Firma ve Ortaklarının TCMB Risk Kaydı ve İstihbaratları İle Kredi Kayıt Bürosu ve Piyasadaki İstihbaratı							
Firmanın Özkaynak Büyüklüğü, Üretim ve Satış Hacmi, Ciro							
Talep Edilen Kredinin Firma Faaliyetleri ile Uyumu ve Kredinin Vadesi							

Firma Ortak ve Kefillerinin Mal Varlıkları							
Firmanın Diğer Finansal Kuruluşlardaki Limit ve Risk Durumu							
Sektörün Ekonomik Durumu ve Sektördeki Gelişmeler							
Firmanın Sektördeki Yeri							
Kredi Teminatları ve Teminat Yapısı							

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Engin KARAKIŞ

Uyruğu: T.C.

Doğum Tarihi ve Yeri: 26.03.1971 Yıldızeli/Sivas

e-posta: ekarakis@cumhuriyet.edu.tr

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Yılı
Lisans	Uludağ Üniv. İİBF	1995
Yüksek Lisans	Cumhuriyet Üniv. Sosyal Bilimler Ens.	2009

İŞ TECRÜBESİ

Tarih	Kurum	Görev
1993-1994	Zimaş A.Ş. Bursa	İnsan Kaynakları Yöneticisi
1996-2003	Pamukbank T.A.Ş. Sivas Şb.	Kurumsal Krediler Yetkilisi
2003-	Cumhuriyet Üniversitesi	Öğretim Görevlisi

YABANCI DİL BİLGİSİ

İngilizce KPDS (58) ÜDS (....) TOEFL (....) EILTS (....)