

**T.C.  
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**PORTFÖY YÖNETİCİLERİNİN PERFORMANSLARININ  
DEĞERLENDİRİLMESİNDE BULANIK ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR  
VERME TEKNİKLERİNİN KULLANILMASI**

**GÖZDE ÖZCAN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
SİSTEM MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI**

**DANIŞMAN  
DOÇ. DR. SEMİH ÖNÜT**

**İSTANBUL, 2011**

**T.C.**  
**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**PORTFÖY YÖNETİCİLERİNİN PERFORMANSLARININ**  
**DEĞERLENDİRİLMESİNDE BULANIK ÇOK ÖLÇÜTLÜ**  
**KARAR VERME TEKNİKLERİNİN KULLANILMASI**

Gözde ÖZCAN tarafından hazırlanan tez çalışması 28.06.2011 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Tez Danışmanı**

Doç. Dr. Semih ÖNÜT  
Yıldız Teknik Üniversitesi

**Jüri Üyeleri**

Prof.Dr. Hüseyin BAŞLIGİL  
Yıldız Teknik Üniversitesi

\_\_\_\_\_

Doç. Dr. Semih ÖNÜT  
Yıldız Teknik Üniversitesi

\_\_\_\_\_

Yrd.Doç. Dr. Cemil CEYLAN  
İstanbul Teknik Üniversitesi

\_\_\_\_\_

## ÖNSÖZ

---

İş dünyasında yaşanan rekabet ve hızlı değişimler karşısında işletmelerin karar verme konusunda karşılaştıkları belirsizlikler artarken daha da karmaşık hale gelmiştir. Belirsizlik ortamında işletmeler için dış ve iç faktörleri göz önüne alarak verimlilik ve etkinliklerini artırmaya yönelik en uygun kararı verebilmek, en iyi alternatifi seçebilmek daha zor hale gelmiştir.

İşletmelerin karar vermesini en çok zorlaştıran konulardan biri de kriterlerin çok olması ve birbirleriyle çelişmesidir. Çok ölçütlü ve bulanık çok ölçütlü karar verme teknikleri sayesinde işletmeler alternatiflerin değerlendirilmesinde etkili olan kriterleri ana ve alt başlıklara ayırarak sayısal ve somut sonuçlar elde edebilirler. Bulanık çok ölçütlü karar verme teknikleri ile çok ölçütlü karar verme teknikleri arasındaki fark karar ağırlıkları ve karar matrisi içindeki değerlerin bulanık sayılarla ifade edilmesidir. Çok ölçütlü karar verme teknikleri ölçülebilen ve ölçülemeyen pek çok faktörün aynı zamanda değerlendirilmesini sağlayan ve bu değerlendirme sürecine de çok sayıda karar vericiyi dahil edebilen yöntemlerdir. Çok ölçütlü karar verme teknikleri ile işletmeler amaçlara ne derece ulaşabildiğini görme ve problem üzerinde amaçları maksimize edecek ufak değişiklikler de yapabilme fırsatına sahip olur.

Bu çalışmada bulanık çok ölçütlü karar verme tekniklerinden olan bulanık ahp, bulanık topsis ve bulanık vikor yöntemleri ile ticari bir bankanın seçilen bir şubesinde çalışan bireysel portföy yöneticilerinin performansları değerlendirilmiş ve üç yöntem ile elde edilen sonuçların uygunluğu karşılaştırılmıştır.

Tez çalışmam süresince bana gösterdiği anlayıştan ve yardımdan dolayı sayın hocam Doç.Dr. Semih ÖNÜT'e teşekkür ederim.

Mayıs, 2011

Gözde ÖZCAN

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	vii
KISALTMA LİSTESİ .....	x
ŞEKİL LİSTESİ.....	xi
ÇİZELGE LİSTESİ .....	xii
ÖZET .....	xiv
ABSTRACT.....	xv
<b>BÖLÜM 1</b>	
GİRİŞ .....	1
1.1 Literatür Özeti.....	1
1.2 Tezin Amacı.....	3
1.3 Hipotez.....	3
<b>BÖLÜM 2</b>	
PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ .....	4
2.1 Hizmet Sistemleri .....	5
2.1.1 Hizmet Sistemlerinde Performans Yönetimi .....	5
2.1.2 Hizmet Kalitesi Kavramı .....	5
2.2 Ticari Bankalarda Performans Değerlendirmesi.....	5
2.2.1 Banka Performansı Ölçümünde Genel Eğilimler .....	8
2.2.2 Performans Değişkenleri.....	10
2.3 Portföy Yönetiminde Performans Değerlendirmesi .....	13
2.3.1 Hedef Performansı .....	15
2.3.2 Ürün Performansı.....	16
<b>BÖLÜM 3</b>	
ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME TEKNİKLERİ.....	17
3.1 Analitik Hiyerarşi Metodu .....	19
3.1.1 Ahp'nin Adımları.....	20
3.1.2 AHP'nin Uygulama Alanları .....	28
3.1.3 AHP'nin Avantajları .....	30
3.2 Topsis Metodu .....	31
3.2.1 Pozitif-ideal ve Negatif-ideal Çözümler .....	31
3.2.2 Uygulama Adımları .....	32

3.3 Electre Metodu.....	33
3.3.1 Tanımı ve Özellikleri .....	33
3.3.2 Electre Yönteminin Aşamaları.....	34
3.3.3 Üstün ve Zayıf Yanları .....	39
3.3.4 Uygulama Alanları.....	39
3.4 Analitik Ağ Prosesi Metodu .....	39
3.4.1 Ağ Yapısı .....	41
3.4.2 AHP ve ANP'de Problemlerin Yapıları .....	44
3.4.3 ANP'de Sorunun Çözümü .....	44
3.5 Vikor Metodu.....	48
<b>BÖLÜM 4</b>	
<b>BULANIK MANTIK ve BULANIK KÜMELER TEORİSİ .....</b>	<b>52</b>
4.1 Bulanık Mantık .....	52
4.2 Bulanık Kümeler Teorisi .....	53
4.3 Bulanık Sayılar .....	55
4.4 Güven Aralıkları .....	56
4.5 Üçgensel Bulanık Sayılar (Ü.B.S) .....	58
4.6 Ü.B.S. Üzerinde Tanımlanan Cebirsel İşlemlerin Bazıları.....	60
4.7 Yamuksal Bulanık Sayılar (Y.B.S.).....	63
4.8 Y.B.S. Üzerinde Tanımlanan Cebirsel İşlemlerin Bazıları.....	64
<b>BÖLÜM 5</b>	
<b>BULANIK ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME .....</b>	<b>67</b>
5.1 Bulanık Çok Ölçütlü Karar Verme Teknikleri .....	67
5.2 Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi .....	69
5.2.1 Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Ve Yöntemleri .....	69
5.3 Bulanık Topsis .....	82
5.3.1 Bulanık Topsis Adımları .....	84
5.4 Bulanık Vikor .....	86
5.4.1 Bulanık Vikor Yönteminin Adımları .....	86
<b>BÖLÜM 6</b>	
<b>TİCARİ BİR BANKADA PORTFÖY YÖNETİCİLERİNİN PERFORMANSLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ SÜRECİNDE BULANIK KARAR VERME TEKNİKLERİNİN UYGULANMASI.....</b>	<b>91</b>
6.1 Giriş .....	91
6.2 Uygulamanın Yapıldığı Ticari Banka Hakkında .....	91
6.2.1 Tarihçe .....	91
6.2.2 Misyon .....	91
6.2.3 Vizyon.....	92
6.3 Bulanık AHP, Bulanık Topsis ve Bulanık Vikor Metodları Uygulanarak Portföy Yöneticilerinin Performanslarının Değerlendirilmesi .....	92
6.3.1 Kriterler.....	93
6.3.1.1 Hedef Gerçekleşme Performansı .....	93
6.3.1.2 Banka Diğer Ürünler Performansı .....	96
6.3.1.3 Aktif Müşteri Piramidi.....	97
6.3.2 Alternatifler.....	98

6.3.3 Bulanık AHP Yöntemi ile Portföy Yöneticilerinin Performanslarının Değerlendirilmesi.....	100
6.3.3.1 İkili Karşılaştırma Matrislerinin Oluşturulması.....	100
6.3.3.2 Alternatiflerin İkili Karşılaştırma Matrislerinin Oluşturulması... ..	104
6.3.4 Bulanık Topsis Yöntemi İle Çözüm .....	119
6.3.5 Bulanık Vikor Yöntemi İle Çözüm.....	123
6.4 Bulanık Ahp, Bulanık Topsis ve Bulanık Vikor ile Elde Edilen Sonuçların Karşılaştırılması .....	127
<b>BÖLÜM 7</b>	
<b>SONUÇ ve ÖNERİLER .....</b>	<b>129</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>131</b>
<b>EK-A</b>	
<b>KRİTERLERİN OLABİLİRLİK DERECELERİ .....</b>	<b>137</b>
A-1 3.Kriter için Olabilirlik Derecesi .....	137
A-2 4.Kriter için Olabilirlik Derecesi .....	137
A-3 5.Kriter için Olabilirlik Derecesi .....	138
A-4 6.Kriter için Olabilirlik Derecesi .....	138
A-5 7.Kriter için Olabilirlik Derecesi .....	138
A-6 8.Kriter için Olabilirlik Derecesi .....	139
A-7 9.Kriter için Olabilirlik Derecesi .....	139
A-8 10.Kriter için Olabilirlik Derecesi .....	139
A-9 11.Kriter için Olabilirlik Derecesi .....	140
A-10 12.Kriter için Olabilirlik Derecesi .....	140
<b>EK-B</b>	
<b>ALTERNATİFLERİN ORT. HEDEF GERÇEKLEŞME YÜZDELERİ.....</b>	<b>141</b>
B-1 Vadesiz TL Ürünü için Alternatiflerin Hedef Gerçekleşme Yüzdesi Değerleri....	141
B-2 Vadesiz DTH Ürünü için Alternatiflerin Hedef Gerçekleşme Yüzdesi Değerleri	143
B-3 Vadeli TL/DTH Ürünü için Alternatiflerin Hedef Gerçekleşme Yüzdesi Değerleri .....	145
B-4 TL Kredi Ürünü için Alternatiflerin Hedef Gerçekleşme Yüzdesi Değerleri .....	151
B-5 BHG Ürünü için Alternatiflerin Hedef Gerçekleşme Yüzdesi Değerleri .....	153
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>155</b>

## SİMGE LİSTESİ

---

$A$	İkili karşılaştırma matrisi
$a_{ji}$	Bir A karar matrisinde $C_j$ karar kriterine göre $A_i$ alternatifinin performansı
$A^*$	Pozitif ideal çözüm
$A^-$	Negatif ideal çözüm
$A_\alpha$	$\alpha^-$ kesimi
$\tilde{A}$	Bulanık küme
$a_\lambda^+$	$\lambda$ seviyesinde kesilmiş bulanık kümenin üst sınırı
$a_\lambda^-$	$\lambda$ seviyesinde kesilmiş bulanık kümenin alt sınırı
$B$	İkili karşılaştırma matrisini oluşturan sütun vektör
$b_{ij}$	B sütun vektörü elemanı
$C$	B sütun vektörlerinden oluşan matris
$C_1$	Kabul edilebilir avantaj
$C_2$	Karar vermede kabul edilebilir istikrar
$c_{ij}$	C sütun vektörü elemanı
$c$	Uyumluluk matrisinin tanımlanmasında kullanılan eşik değeri
$\bar{C}_i^+$	Pozitif ideal çözüme benzerlik
$CC_j$	İdeal çözüme göre göreceli uzaklık
CI	Tutarlılık göstergesi
CR	Tutarlılık oranı
$C_N$	Ağ yapısındaki bileşenler
$C_{kl}$	İki alternatifin uyumluluk seti
$D$	A karşılaştırma matrisi ile W öncelik vektörünün matris çarpımından elde edilen sütun vektör
$\tilde{D}$	Normalize edilmiş bulanık karar matrisi
$D_{kl}$	İki alternatifin uyumsuzluk seti
$d^-$	Uyumsuzluk matrisinin tanımlanmasında kullanılan eşik değeri
$D_j^*$	Alternatifin pozitif ideal çözümden uzaklığı
$D_j^-$	Alternatifin negatif ideal çözümden uzaklığı
$E_i$	Her bir değerlendirme faktörüne ilişkin öz değer
$e$	Karar vericiler
$e_{kl}$	Alternatiflerin tercih sırası
$e_{Nn}$	Ağ yapısındaki bileşenlerin elemanları

$F$	Uyumluluk matrisi
$f_{kl}$	Uyumluluk üstünlük matrisi elemanı
$f_{ij}$	$a_j$ alternatifinin $i$ kriterine göre değerlendirme sonucu
$F^c$	Uzlaşık çözüm
$F^*$	İdeal çözüm
$\Delta f$	İdeal ve uzlaşık çözümün yakınlığı
$f_i^*$	Kriterlerin en iyi $f_{ij}$ değeri
$f_i^-$	Kriterlerin en kötü $f_{ij}$ değeri
$\tilde{f}_i^*$	Bulanık en iyi değer
$\tilde{f}_i^-$	Bulanık en kötü değer
$FNIS, A^*$	Bulanık pozitif ideal çözüm
$FNIS, A^-$	Bulanık negatif ideal çözüm
$G$	Uyumsuzluk üstünlük matrisi
$g_{kl}$	Uyumsuzluk üstünlük matrisi elemanı
$I'$	Fayda kriterleri
$I''$	Maliyet kriterleri
$i$	Alternatifler
$j$	Kriterler
$J_1$	Fayda kriterleri seti
$J_2$	Maliyet
$K$	Karar matrisi
$L$	Karar matrisi ve öncelik vektörünün ( $W$ ) çarpımından elde edilen sütun vektör
$L_p$	Uzlaşık programlamada toplama fonksiyonu olarak kullanılan ölçüt
$M^1 g_i$	Derece analiz değeri
$M_1$	Olabilirlik derecesi
$P(\tilde{C})$	Düzeltilmiş ortalama bütünleşme yaklaşımı ile bulanık sayısını kesin sayıya dönüştürülmesi
$Q(a'')$	$Q$ değerine göre sıralamada ikinci sırayı alan alternatif
$R_j$	$j$ . alternatif için en kötü grup skoru
$R^*$	Min $R_j$ değeri
$R^-$	Max. $R_j$ değeri
$r_{ij}$	Normalizasyon oranı
$\tilde{R}_i$	$j$ . kriter ile ilişkili $A_i$ alternatifinin bulanık en iyi değere olan maksimum uzaklığı
$\tilde{R}^*$	Min. $\tilde{R}_i$ değeri
$\tilde{R}^-$	Max. $\tilde{R}_i$ değeri
$RI$	Random gösterge
$\tilde{S}_i$	$A_i$ alternatifi ile ilişkili tüm kriterlerin bulanık en iyi değerden olan uzaklıklarının toplamı



$\tilde{S}^*$	Min. $\tilde{S}_i$ değeri
$\tilde{S}^-$	Max $\tilde{S}_i$ değeri
$S_i$	Faktörün karar noktalarına göre yüzde dağılımlarını gösteren sütun vektörü
$S_i^*$	Alternatifin pozitif ideal çözüme mesafesi
$S_i^-$	Alternatifin negatif ideal çözüme mesafesi
$S_j$	j. alternatif için ortalama grup skoru
$S_j^*$	Min. $S_j$ değeri
$S_j^-$	Max. $S_j$ değeri
$S_i$	i.nesneye göre bulanık sentetik derece değeri
$T_n$	Doğruluk değerleri kümesi
$U_R(\tilde{Q}_i)$	Grup maksimizasyonu
$U_L(\tilde{Q}_i)$	Grup minimizasyonu
$U_T(\tilde{Q}_i)$	Toplam fayda
$V$	Maksimum grup faydasını sağlayan ağırlık
$\tilde{v}_{ij}$	Ağırlıklandırılmış normalize değer
$v_{ij}$	Ağırlıklı normalizasyon oranı
$W$	Öncelik vektörü olarak adlandırılan sütun vektör
$w_i$	Öncelik vektörü elemanı
$w_{ij}$	Kriter ağırlığı
$W_{ij}$	Üstünlük vektörlerinden oluşan blok matrisler
$w_j$	j. kriterin önem ağırlığı
$X$	Normalize matris
$X_j^*$	Tüm alternatifler arasında j. kriter için en iyi değer
$X_j^-$	Tüm alternatifler arasında j. kriter için en kötü değer
$x_{ij}^x$	X normalize matrisinin elemanı
$\tilde{x}_{ij}$	Bulanık dilbilimsel oran
$\tilde{x}_{ij}$	$C_j$ kriteri ile ilişkili olarak $A_i$ alternatifinin sıralamasını
$Y$	Ağırlıklandırılmış normalize matris
$\mu_a(x)$	Bulanık $\tilde{a}$ sayısı
$\mu_a(x)$	Adi a sayısı
$\mu_{w_i}(X)$	Üyelik fonksiyonu
$\lambda$	Öz değer
$\mu_A(x)$	X gerçek sayısının üyelik derecesi

## KISALTMA LİSTESİ

---

AAS	Analitik Ağ Süreci
AHS	Analitik Hiyerarşi Süreci
AHP	Analitik Hiyerarşi Prosesi
ANP	Analytic Network Process
BÇÖKV	Bulanık Çok Ölçütlü Karar Verme
ÇAKV	Çok Amaçlı Karar Verme
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
ÇÖKV	Çok Ölçütlü Karar Verme
FBV	Fuzzy Best Value
FWV	Fuzzy Worst Value

## ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1	Banka performans değerlendirme sisteminin hiyerarşik yapısı.....	6
Şekil 2.2	Finansal olmayan performans kriterleri hiyerarşisi .....	8
Şekil 3.1	Analitik hiyerarşi prosesi yapısı .....	20
Şekil 3.2	İki boyutlu uzayda pozitif-ideal ve negatif-ideal çözümler kümesi .....	32
Şekil 3.3	Bir hiyerarşi(a) ile ağ(b) arasındaki fark .....	40
Şekil 3.4	Geri besleme ağı .....	42
Şekil 3.5	Kontrol hiyerarşisi .....	43
Şekil 3.6	Supermatris .....	45
Şekil 3.7	$W_{ij}$ blok matrisi.....	45
Şekil 3.8	Örnek bir yapı.....	47
Şekil 3.9	İdeal ve uzlaşık çözümler .....	49
Şekil 4.1	Bulanık sayı kesim seviyeleri .....	56
Şekil 4.2	Adi bir a sayısı.....	56
Şekil 4.3	Güven aralığı ile bir A sayısı .....	57
Şekil 4.4	A bulanık sayısı .....	58
Şekil 4.5	$\alpha$ - kesimi ile normal ve konveks bir bulanık sayı.....	58
Şekil 4.6	Üçgensel bulanık sayı $A=(a_1, a_2, a_3)$ .....	59
Şekil 4.7	Üçgensel bulanık sayı $A=(-4,-1,1)$ .....	60
Şekil 4.8	A ve B Ü.B.S.'lerinin çarpımı .....	62
Şekil 4.9	$A=(a_1, a_2, a_3, a_4)$ Yamuksal bulanık sayısı (Y.B.S.) .....	63
Şekil 4.10	İki Y.B.S.'nin toplamı .....	65
Şekil 4.11	İki Y.B.S.'nin çarpımı .....	66
Şekil 5.1	Bulanık sayıların en yüksek D kesişim noktası .....	81
Şekil 6.1	Kriterlerin hiyerarşik yapısı.....	99

## ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2.1	Finansal kriterler ve alt kriterler ..... 7
Çizelge 2.2	Ürün ağırlıkları ..... 15
Çizelge 2.3	Ürün prim tablosu ..... 16
Çizelge 2.4	Prim tutarları ..... 16
Çizelge 2.5	Ürün satışları ..... 16
Çizelge 3.1	Önem Skalası ..... 23
Çizelge 3.2	RI Değerleri ..... 27
Çizelge 3.3	Normalize X matrisi ..... 35
Çizelge 3.4	W ağırlıklar matrisi ..... 35
Çizelge 3.5	Ağırlıklandırılmış matris ..... 36
Çizelge 3.6	C uyumluluk matrisi ..... 37
Çizelge 3.7	D uyumsuzluk matrisi ..... 37
Çizelge 5.1	Bulanık analitik hiyerarşi prosesinin avantaj ve dezavantajları ..... 70
Çizelge 5.2	Bulanık ifadelerin üyelik fonksiyonu ..... 78
Çizelge 5.3	Dilsel sınır ifadelerinin anlamı ..... 79
Çizelge 5.4	Karar kriterlerinin değerlendirilmesinde kullanılan dilsel değerler ve üçgen bulanık sayılar olarak karşılıkları ..... 83
Çizelge 5.5	Alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılan dilsel değerler ve üçgen bulanık sayılar olarak karşılıkları ..... 83
Çizelge 5.6	Kriterlerin önem ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılan dilbilimsel ölçek ..... 87
Çizelge 5.7	Alternatiflerin sıralanmasında kullanılan dilbilimsel ölçek ..... 87
Çizelge 6.1	Masraf komisyon gelirleri ..... 95
Çizelge 6.2	Görelî önem ölçeği ..... 100
Çizelge 6.3	Kriterlerin karşılaştırma matrisi ..... 101
Çizelge 6.4	1. Kriter için olabilirlik dereceleri ..... 103
Çizelge 6.5	2. Kriter için olabilirlik dereceleri ..... 103
Çizelge 6.6	Vadesiz TL kriteri için karşılaştırma matrisi ..... 105
Çizelge 6.7	Vadesiz DTH kriteri için karşılaştırma matrisi ..... 106
Çizelge 6.8	Vadeli TL / DTH kriteri için karşılaştırma matrisi ..... 107
Çizelge 6.9	TL Kredi kriteri için karşılaştırma matrisi ..... 108
Çizelge 6.10	BHG kriteri için karşılaştırma matrisi ..... 109
Çizelge 6.11	Ödemeler kriteri için karşılaştırma matrisi ..... 110
Çizelge 6.12	1. Alternatifin kurum, maaş ve okul ödemeleri ürününe sahip olan müşteri dağılımı ..... 110
Çizelge 6.13	2. Alternatifin kurum, maaş ve okul ödemeleri ürününe sahip olan müşteri dağılımı ..... 110

Çizelge 6.14	Kredi kartı kriteri için karşılaştırma matrisi .....	111
Çizelge 6.15	BES kriteri için karşılaştırma matrisi .....	112
Çizelge 6.16	1.Alternatifin sigorta ve bes ürününe sahip olan müşteri dağılımı.....	113
Çizelge 6.17	2.Alternatifin sigorta ve bes ürününe sahip olan müşteri dağılımı.....	113
Çizelge 6.18	Altın kriteri için karşılaştırma matrisi .....	114
Çizelge 6.19	1.Alternatif için altın segmentindeki müşteri artışı .....	114
Çizelge 6.20	2.Alternatif için altın segmentindeki müşteri artışı .....	114
Çizelge 6.21	Bronz kriteri için karşılaştırma matrisi .....	115
Çizelge 6.22	1.Alternatif için bronz segmentindeki müşteri artışı .....	115
Çizelge 6.23	2.Alternatif için bronz segmentindeki müşteri artışı .....	115
Çizelge 6.24	Gümüş kriteri için karşılaştırma matrisi .....	116
Çizelge 6.25	1.Alternatif için gümüş segmentindeki müşteri artışı.....	116
Çizelge 6.26	2.Alternatif için gümüş segmentindeki müşteri artışı.....	116
Çizelge 6.27	Platin kriteri için karşılaştırma matrisi .....	117
Çizelge 6.28	1.Alternatif için platin segmentindeki müşteri artışı .....	117
Çizelge 6.29	2.Alternatif için platin segmentindeki müşteri artışı .....	117
Çizelge 6.30	Alternatiflerin toplam göreceli ağırlıkları .....	118
Çizelge 6.31	Toplam öncelik vektörü.....	118
Çizelge 6.32	Pozitif ideal ve negatif ideal çözümler .....	120
Çizelge 6.33	Alternatiflerin topsis yöntemi ile sıralanması .....	121
Çizelge 6.34	Normalize edilmiş karşılaştırma matrisi .....	122
Çizelge 6.35	Ağırlıklandırılmış normalize karşılaştırma matrisi.....	122
Çizelge 6.36	Kriterlere ilişkin veriler .....	123
Çizelge 6.37	Değerlendirmede kullanılan kriterler ve ağırlıkları .....	124
Çizelge 6.38	$\tilde{S}_i$ ve $\tilde{R}_i$ değerlerine göre alternatifler .....	125
Çizelge 6.39	$\tilde{S}^*$ , $\tilde{S}^-$ , $\tilde{R}^*$ , $\tilde{R}^-$ değerlerine göre alternatifler .....	125
Çizelge 6.40	$\tilde{Q}_i$ ve $Q_i$ değerlerine göre alternatifler.....	126
Çizelge 6.41	Bulanık vikor yöntemi sonuçları .....	126
Çizelge 6.42	Alternatiflerin bulanık ahp ile hesaplanan toplam göreceli ağırlıkları ..	127
Çizelge 6.43	Bulanık ahp ile sonuç tablosu .....	127
Çizelge 6.44	Bulanık topsis ile sonuç tablosu .....	127
Çizelge 6.45	Bulanık vikor ile sonuç tablosu .....	128

# PORTFÖY YÖNETİCİLERİNİN PERFORMANSLARININ DEĞERLENDİRİLMESİNDE BULANIK ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME TEKNİKLERİNİN KULLANILMASI

Gözde ÖZCAN

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı  
Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Semih ÖNÜT

İş hayatında doğru ve başarılı kararlar verebilmek hayat şartlarının zorluğu, seçeneklerin ve faktörlerin çok olması gibi sebeplerden dolayı kolay değildir. Özellikle faktörlerin karmaşık olması durumunda karar vermek işletmeler için daha güç olmaktadır. Bu durumda işletmelerin en doğru kararı verebilmeleri için seçenekleri çok iyi analiz etmeleri gerekmektedir. Seçenekleri mukayese etme ve en uygun seçeneği seçme konusunda çok ölçütlü karar verme yöntemlerini kullanmak, faktörleri alt başlıklara ayırarak seçeneklerin daha kolay değerlendirilmesine imkan sağlar.

Bu çalışmada bulanık çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden literatürde ve uygulamada çok fazla kullanılan bulanık ahp, bulanık topsis ve bulanık vikor yöntemleri ile seçenekler değerlendirilmiştir. Bulanık çok ölçütlü karar verme teknikleri bankada çalışan portföy yöneticilerinin performans değerlendirmesinde kullanılmıştır. Üç farklı yöntem ile elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak genel değerlendirme yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Çok ölçütlü karar verme, bulanık ahp, bulanık topsis, bulanık vikor, performans değerlendirme

**USING FUZZY MULTI CRITERIA DECISION MAKING  
METHODS AT PERFORMANCE EVALUATION OF PORTFOLIO  
MANAGERS**

Gözde ÖZCAN

Department of Industrial Engineering  
MSc. Thesis

Advisor: Assoc. Prof. Dr. Semih ÖNÜT

For business life, to make right and successful decisions is not easy, because there are a lot of difficulties of life, choices and factors. Especially, to make decisions is harder when factors are complicated. In this situation, enterprises have to analyze their choices carefully to give the right decisions. To use multi criteria decision making methods for comparing choices and selection of the most suitable one provides choices to be evaluated easily while allocating factors into sub titles.

In this thesis, choices are evaluated with fuzzy ahp, fuzzy topsis and fuzzy vikor methods which are the fuzzy multi criteria decision making methods and used at literature and practice. Fuzzy multi criteria decision making methods are used for evaluation of portfolio managers working in the bank. General evaluation is made while comparing the results which are gained with three different methods.

**Key words:** Fuzzy multi criteria decision making methods, fuzzy ahp, fuzzy topsis, fuzzy vikor, performance evaluation

### GİRİŞ

#### 1.1 Literatür Özeti

Bu tezde, Türkiye’de finans sektöründe lider bankalardan olan bir bankanın bir şubesinde, hizmet vermekte olan bireysel portföy yöneticilerinin performanslarının bulanık ahp, bulanık topsis ve bulanık vikor yöntemleri ile değerlendirilmesi incelenmiştir. Finans sektöründe bulanık çok kriterli karar verme teknikleri ile literatürde yapılmış çok fazla çalışma bulunmadığından uygulama alanı olarak bankacılık sektörü seçilmiştir. Bu amaçla portföy yöneticilerinin performanslarını belirlemek için bulanık çok kriterli karar verme tekniği olan (Fuzzy Multiple criteria decision making- BÇKKV) ve aynı zamanda faktörlerin ağırlıklandırılmasını yani önem derecesinin belirlenmesini sağlayan Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (Fuzzy Analytic Hierarchy Process-AHP) yaklaşımı kullanılmıştır. Çalışmanın bir diğer amacı olan performansa göre portföy yöneticilerinin sıralanması konusu çok sayıda kriter ve bu kriterler arasındaki ilişkileri açıklamaya dayanan çok kriterli karar verme (ÇKKV) problemidir. Genel olarak ÇKKV teknikleri, çok sayıda birbirinden bağımsız ve farklı şekillerde ifade edilen faktörleri dikkate alarak, en uygun seçeneğin belirlenmesine yardımcı olan yaklaşımlardır.

Literatürde AHP ve Topsis yöntemlerinin çeşitli sektörlerde performans değerlendirilmesi ve proje seçimi için kullanıldığı çalışmalara rastlamak mümkündür. Bulanık AHP ve Bulanık Topsis yöntemleri en uygun alternatif sıralamasında tek başına kullanılacak yöntemler olmakla beraber literatürde yapılan çalışmaların büyük bir kısmında Bulanık AHP ve Bulanık Topsis yöntemleri beraber kullanılmıştır. Bulanık çok kriterli karar verme teknikleri ile yapılmış çalışmaların çoğunda Bulanık AHP



yöntemi ile değerlendirme kriterlerinin ağırlıkları hesaplanmış ve Bulanık Topsis yöntemi ile de alternatifler sıralanarak en uygun alternatif seçilmiştir.

Büyüközkan ve Ruan [1], web sitelerinin performanslarını ölçmek için web sitelerinin kalite değerlendirmesini yaparken bulanık çok kriterli karar verme tekniklerini kullanmışlardır. Wang,J. vd.[2], sağlık değerlendirmesi problemini çok kriterli karar verme problemi olarak modellemişlerdir. Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi, kriterlerin bulanık olarak ağırlıklandırılmasında ve alternatiflerin ideal çözüme benzerliklerine göre sıralamasında da Topsis yöntemi ile bulanık tercih programlamada ele alarak üç adımlı değerlendirme modelini önermişlerdir. Amiri [3], Uluslar arası İranlı bir yağ şirketinin alternatif projeleri değerlendirmesi ve en uygun olanını seçebilmesi için AHS ve bulanık Topsis yöntemleri ile yatırım alternatiflerinin karşılaştırılabilmesi için yeni bir metodoloji önermiştir. Bu metodolojiye göre AHP ile kriterlerin ağırlıkları hesaplanmış ve bulanık Topsis yöntemi ile de alternatifler sıralanmıştır. Benzer şekilde Dağdeviren vd.[4], bulanık ahp ve bulanık topsis yöntemlerini kullanarak savunma sanayisinde uygun silah seçimini ele alan bir çalışma yapmışlardır. Ertuğrul ve Karakaşoğlu [5], bulanık ahp ve bulanık topsis metodlarını tesis yeri seçimi problemi için kullanmışlardır. Önüt ve Soner [6], AHS metodu ile kriterlerin ağırlıklarını hesapladıktan sonra, bulanık topsis metodunu İstanbul'daki katı atıkların aktarılması için kullanılacak bölge seçimini yapabilmek için kullanmışlardır. Liang vd. [7], ilaç endüstrisinde araştırma ve geliştirme amaçlı uygun dış kaynak üretici ortağının seçiminde bulanık yaklaşımı kullanmışlardır. Bu amaçla bulanık ahp ve bulanık topsis metodlarını kullanmışlardır. Bulanık AHP'yi, kriterlerin ve alt kriterlerin bulanık ağırlıklarının belirlenmesinde kullanmışlardır. Bulanık Topsis ise en uygun dış kaynak üretici ortağının seçiminde kullanılmıştır.

Finans sektöründe de çok kriterli karar verme teknikleri kullanılarak yapılmış pek çok çalışmaya rastlamak mümkündür. Bankalarda Mukherjee ve Nath [8], hizmet kalitesinin değerlendirilmesinde Topsis yöntemini kullanmışlardır. Ustasüleyman [9], Ahp ve Topsis yöntemlerinin bankacılık sektöründe hizmet kalitesini değerlendirmek için kullanmıştır. Yalçın vd.[10], bankaların performanslarını değerlendirmek için bulanık çok kriterli karar verme modelini kullanmışlardır. Türk bankacılık sektörünün en büyük beş kurumsal bankası incelenmiş ve finansal/finansal olmayan kriterlere göre değerlendirilmiştir. Önerilen modelde bulanık ahp ve Topsis modelleri kullanılmıştır.

Vikor ve bulanık vikor yöntemleri ile literatürde çok fazla araştırmaya rastlanmamış olup, farklı sektörlerde yapılmış farklı çalışmalar incelenmiştir. Ertuğrul ve Karakaşoğlu [11], Türkiye'deki bir bankanın Ege Bölgesi'ndeki şubelerinin performanslarının değerlendirilmesinde vikor yöntemini kullanmışlardır. Bulanık vikor yöntemi ile finans sektöründe yapılmış bir çalışmaya rastlanmamış olup, bulanık vikor yöntemi ile farklı sektörlerde yapılmış çalışmalara rastlamak mümkündür. Chen ve Wang [12], uygun tedarikçi seçiminde; Kaya ve Kahraman [13], bulanık vikor ve bulanık ahp yöntemlerini İstanbul için yenilenebilir enerji kaynağının en uygun yerin seçiminde kullanmışlardır.

## **1.2 Tezin Amacı**

İşletmeler için karar vermenin çok güç olduğu günümüzde bankacılık sektöründe yapılan bu çalışmada banka genelinde şube satış kadrolarındaki çalışanlara uygulanan prim sistemi kapsamında çalışanların performanslarının ürün bazlı değerlendirilmesidir. Belirlenen bankada prim sistemi konusunda bir takım genellemelere ulaşmak ve çalışanlar için mevcutta uygulanan performans değerlendirme sisteminden elde sonuçlar ile çalışan performanslarının bulanık karar verme yöntemleri ile değerlendirilmesinden elde edilen sonuçların tutarlılığı belirlenmeye çalışılacaktır.

## **1.3 Hipotez**

Bankanın şube satış kadrolarındaki çalışanlara uygulanan prim sistemi ile portföy yöneticilerinin ürün bazlı hesaplanan performansları arasında anlamlı bir ilişki vardır. Bu amaçla bu tezde, seçilen portföy yöneticilerinin performansları banka genelindeki kazancı yüksek olan ürünlerin gruplandırılması ile oluşan kriterlere göre bulanık karar verme yöntemleri ile değerlendirilmiştir. Bankanın uyguladığı prim sisteminden ve uygulamadan elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak prim sistemi ile ürün bazlı performans arasında doğrudan bir ilişki olduğu doğrulanmıştır.

### PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ

Günümüzde hükümet, iş dünyası, endüstri ve eğitim gibi toplumumuzun pek çok alanındaki karar vericiler ve problem çözücüler çok çeşitli problemlerle karşı karşıya kalmaktadırlar. Ekonomideki birimler, rekabet veya çevresel etkenlerdeki olumsuz değişikliklerin yarattığı kar marjı erimesine karşın ayakta kalabilmek için verimli çalışmayı öğrenmek zorundadırlar. İşte bu yüzden, işletmelerde etkinlik, verimlilik gibi performans boyutlarının analizi son derece önemlidir. Üstelik performans ve rekabet arasında büyük bir etkileşim vardır. Rekabetin yaşandığı durumlarda işletmelerin performans ölçümleri hayati önem kazanmaktadır ve performansın önemi kriz zamanlarında daha da belirginleşmektedir.

Ancak, giderek farklılaşan mal ve hizmetlerin üretim ve tüketimine dayanan modern ekonomilerde performans ölçümü oldukça zor bir problemdir. Böyle bir ortam, özellikle hizmet sektöründe, geleneksel üretkenlik ölçümlerinin hesaplanmasını zorlaştırmaktadır. Hizmet sistemleri hayatımızın her alanında bulunmaktadır ve kaliteleri yaşam kalitesini doğrudan etkilemektedir. İşte bu aşamada performansın hem finansal, hem de finansal olmayan değerlerle hesaplanması gerekmekte, buna bağlı olarak da hizmet sistemlerinin performans ölçümleri, finansal göstergelerin yanında, bu sektörlerin yapısı gereği hizmet kalitesi, müşteri memnuniyeti, personel tatmini gibi soyut değişkenlerin de kullanılmasını gerektirmektedir. İşte bu yeni ölçütler finansal olmayan performans ölçümünün temelini teşkil etmektedir. Finansal olmayan ölçütler, müşteriler, hizmeti verenler ve hizmet yöneticileri arasındaki boşlukları azaltması bakımından çok önemlidir. Ancak bu şekilde müşterinin neyi, nasıl istediği anlaşılabilir ve hizmet yöneticileri de organizasyonlarının vizyon, misyon ve stratejilerine yönelik etkin ve etken yeni performans ölçütleri saptayabilirler. Durum böyle olunca, klasik

performans ölçüm yöntemlerinden uzaklaşarak, tüm bu performans değişkenlerini sisteme dahil edebilecek, diğer ifadeyle çok amaçlı ve çok kriterli ölçüm modellerinin arayışına girilmiştir (Albayrak ve Erkut [14]).

## **2.1 Hizmet Sistemleri**

Hizmet kelimesinin genel anlamı, insanların ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla belirli fiyattan satışa sunulan ve meydana gelmesi bir malın satışını gerektirmeyen etkinlik ve yararlarıdır (Fitzsimmons, 2001). Hizmetler soyuttur ve üretim sisteminin çıktıları somut birer nesne iken, hizmet bir düşünce, bir kavram, bir faaliyettir (Murdick vd.[15]).

### **2.1.1 Hizmet Sistemlerinde Performans Yönetimi**

Performans ölçüm sistemleri hizmet işletmeleri yönetiminde büyük önem taşırlar. Performans boyutları temel alınarak, diğer bir deyişle klasik yönetim anlayışıyla hizmet sistemlerinin performansı incelendiğinde tüm göstergelerin odak noktasının hizmet kalitesi ve müşterinin memnuniyeti olduğu ortaya çıkmaktadır (Korunka ve Scharitzer [16]).

### **2.1.2 Hizmet Kalitesi Kavramı**

Hizmet kalitesi, müşterinin beklentisi ile algıladığı hizmeti karşılaştırması sonucunda elde edilen çıktıdır. Grönroos [17] ile Parasuraman ve diğerleri [18] çalışmalarında hizmet kalitesinin değerlendirilmesinin, ürün kalitesinin değerlendirilmesine göre daha güç olduğunu belirtmişlerdir. Hizmet kalitesi, müşterinin beklentileri karşısında hizmet seviyesinin ne kadar iyi bir şekilde gerçekleştirilebildiğinin bir ölçüsüdür.

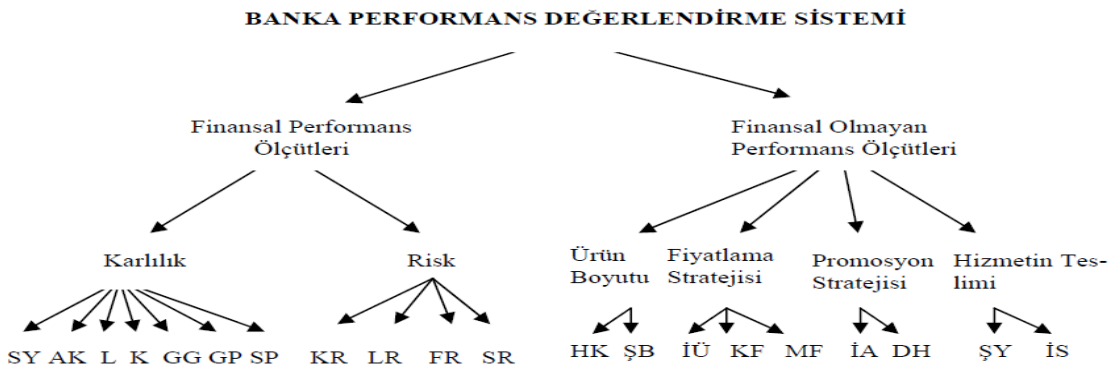
## **2.2 Ticari Bankalarda Performans Değerlendirmesi**

Bankacılık sektöründe yaşanan rekabet; bankaları, kaynaklarını en etkin şekilde kullanmaya zorlamaktadır. Diğer ekonomik sektörlerden farklı olarak kaynak dağılımını belirleyen ve finansal aracılık görevini üstlenen bankacılık sektörünün etkin ve verimli çalışması, ülke ekonomisi açısından büyük önem taşımaktadır. Bu durum bankacılık sektörünü, ülkenin ekonomik gelişmesinde merkezi bir konuma getirmiştir.

Ticari banka şubeleri, bankaların en önemli fon kaynağı olan mevduatın toplanması, kredilerin dağıtılması ve finansal hizmetlerin sunulması gibi önemli görevleri yerine getirirler. Günümüzde bankacılık hizmetleri çeşitlenmiş ve bu hizmetlerin banka

müşterilerine sunulduğu pazarlama birimi olan şubelerin önemi daha da artmıştır. Rekabetin hızlı yaşandığı piyasada bankalar, daha çok müşteriye daha hızlı bir şekilde ulaşmak amacıyla şubelerini daha etkin kullanmak durumundadırlar. Bankalar, rekabet üstünlüğü sağlamaları ve mevcut pazar paylarını arttırabilmeleri için sürekli bir şekilde kendilerini geliştirmek ve yenilemek zorundadırlar. Bu amaçla, şube performanslarının arttırılması ve ölçülmesi günümüz bankalarının önem verdikleri konuların başında gelmektedir (Uçak [19]).

Başarılı bankalar etkin finansal kontrol ve ölçüm sistemlerinin kurulması için büyük emek ve zaman harcayan bankalardır. Bankalara parasını emanet eden tasarruf sahipleri, kredi ilişkisi içinde olan şirketler, bankalara kısa, orta ve uzun vadeli kredi veren yurt içi ve yurt dışı mali kuruluşlar, banka güvencesi ve garantisi ile bir taahhüt altına giren veya yatırım altına giren veya yatırım yapan kişi ve kuruluşlar, bankanın ortakları ile Merkez Bankası, haklı sebepler ile bankaların finansal yapıları hakkında bilgi sahibi olmak isterler. Bankaların finansal yapılarının güçlü olup olmadığını anlayabilmek için öncelikle banka hedeflerinin ne olduğuna veya ne olması gerektiğine karar verilmesi gerekir. Diğer yandan bankacılık risk alınarak yapılır. Bankacılık, risk almasını bilmek, bu riskler ile onlara yenik düşmeden yaşayabilmek, hem bankaya kaynak ve imkân yaratan kişi ve kuruluşları, hem de bankadan kaynak ve imkân kullananları memnun ederek bankayı ortakların arzu ettiği büyüme ve karlılık hedeflerine ulaştırabilme sanatıdır. Bu durum bankaların finansal performans değerlendirmesine yönelik olarak karlılık ve risk analizlerinin açıklanmasına imkân vermektedir. Ancak hizmet sektörünün en önemli bölümünü oluşturan bankacılık kesiminin performans değerlendirmesi finansal analizin yanı sıra, hizmet kalitesi, müşteri memnuniyeti gibi finansal olmayan kriterlerin de analizini gerektirmektedir (Krishnan vd. [20]).



Şekil 2.1 Banka performans değerlendirme sisteminin hiyerarşik yapısı (Albayrak ve Erkut [14])

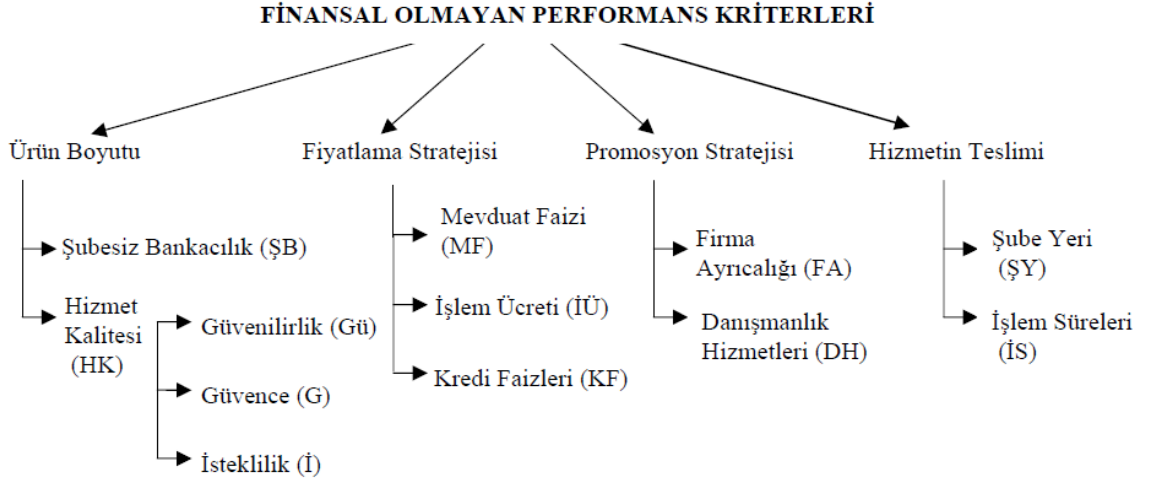
Bundan dolayı banka performansını etkileyen finansal ve finansal olmayan performans ölçütleri bulunmaktadır.

Şekil 2.1’de gösterilen banka performans değerlendirme sisteminin hiyerarşik yapısını oluşturan finansal kriterler ve alt kriterler Çizelge 2.1’de belirtilmiştir.

Çizelge 2.1 Finansal kriterler ve alt kriterler (Albayrak ve Erkut [14])

<b>Karlılık Kriterleri</b>	<b>Oranlar (Alt Kriterler)</b>
Sermaye Yeterliliği (SY)	S1: Özkaynaklar / Risk ağırlıklı varlıklar S2: Özkaynaklar / Toplam Aktifler S3: (Özkaynaklar – Duran Aktifler) / Toplam Aktifler
Aktif Kalitesi (AK)	A1: Toplam Krediler / Toplam Aktifler A2: Takipteki Krediler (net) / Toplam Krediler A3: Özel karşılıklar / Takipteki Krediler A4: Duran Aktifler / Toplam Aktifler A5: Net Bilanço Pozisyonu + Net Bilanço Dışı Pozisyon / Toplam Özkaynaklar
Likidite (L)	L1: Likit aktifler / Toplam Aktifler L2: Likit Aktifler / Kısa Vadeli Yükümlülükler
Kârlılık (K)	K1: Dönem net karı / Toplam Aktifler K2: Dönem net karı / Toplam Özkaynaklar
Gelir-Gider Yapısı (GG)	G1: Net faiz geliri / Toplam Aktifler G2: Net faiz geliri / Toplam faaliyet Gelirleri G3: Faiz Dışı Gelirler / Toplam Aktifler G4: Faiz Dışı Giderler / Toplam Faaliyet Gelirleri
Grup Payı (GP)	GP1: Toplam Aktifler GP2: Toplam Krediler GP3: Toplam Mevduat
Sektör Payı (SP)	SP1: Toplam Aktifler SP2: Toplam Krediler SP3: Toplam Mevduat
<b>Risk Kriterleri</b>	<b>Oranlar (Alt kriterler)</b>
Likidite Riski (LR)	(Duran Aktifler + Krediler) / Toplam krediler
Kredi Riski (KR)	Takipteki krediler / Özkaynaklar
Sermaye Riski (SR)	Toplam Özkaynaklar / Toplam Mevduat
Faiz Riski (FR)	Menkul değerler cüzdanı / Toplam aktifler

Şekil 2.1’de gösterilen banka performans değerlendirme sisteminin hiyerarşik yapısını oluşturan finansal olmayan kriterler ve alt kriterler Şekil 2.2’de belirtilmiştir.



Şekil 2.2 Finansal olmayan performans kriterleri hiyerarşisi (Albayrak ve Erkut[14])

### 2.2.1 Banka Performansı Ölçümünde Genel Eğilimler

Modern ekonomilerde performans ölçümü oldukça zor bir problemdir. Temeli malların kitlesel üretimi ve tüketimine dayanan “eski” ekonomide “çıktı” veya “miktar”, performansın yeterli göstergeleri idi. Oysa modern ekonomiler, giderek farklılaşan mal ve hizmetlerin üretim ve tüketimine dayanmaktadır. Bankacılık özelinde, bu artan çeşitlilik, bankacılık hizmetlerinin doğasını değiştirmekte ve fragmantasyona neden olmaktadır. Böyle bir ortamda, geleneksel üretkenlik ölçümlerini hesaplamak yalnızca zor olmakla kalmayıp, bunun yanında artık fazla bir enformasyonda sağlamamaktadır.

Ancak, bir banka üst düzey yöneticisi, bir kere performansın ne olduğunu anlar ve onu ölçmenin yollarını bulursa, bununla yetinmeyecektir. Bir sonra ki aşama, uygun yönetsel kararları alabilmek için performansı belirleyen değişkenlerin saptanması olacaktır. Fakat performans değişkenleri çok sayıda olduğu halde, bu değişkenler arasındaki ilişkiler kompleks ve doğrusal olmadığından (nonlinear), bu da oldukça zor bir süreçtir.

Finansal kuruluşlar, kar amaçlı örgütlenmelerdir. Bu bakımdan, finansal kuruluşların performansı çok sayıda finansal gösterge kullanılarak ölçüldüğünden, “performansın” ekonomik anlamda tanımını yapabiliriz: Fiyat/ Kazanç rasyoları, firmanın hisse senedi beta ve alfası ve Tobin’in q-rasyosu, kısa ve uzun dönem finansal performans göstergeleridir. Özellikle Tobin’in q-rasyosu, maliyet yerine piyasa değerinin o firmanın

yatırım yapmam güdüsünün bir ölçüsüdür ve bu nedenle de firmanın uzun dönemsel finansal performansının bir göstergesidir. Halka açık finansal kuruluşlar için, q rasyosu, bir firmanın imtiyaz değeri ya da şerefiyesinin piyasa kapitalizasyonunu ölçmektedir. Tümü olmasa bile, bu imtiyaz değerinin bir bölümü, önemli bir finansal sıkıntı ya da taahhütlerini karşılayamayacak durumda olması halinde kaybolacaktır. Bu nedenle, finansal kuruluşun yapacağı en makul şey, imtiyaz değerini korumaktır. Ancak bunun sağlanması pek kolay değildir. Zira q-rasyosu gibi finansal göstergeler dinamik değildir: Finansal göstergeler kuruluşların eylemlerine piyasaların tepkisini ölçerler, yoksa doğrudan doğruya hareket edemezler (Harker ve Zenios [22]).

Hangi stratejilerin değer kazandırdığı ya da kaybettirdiği konusunda q-rasyosu yaklaşımı bir takım açıklamalarda bulunmaktadır. Tobin'in q-rasyosu, bir firmanın fiziksel varlıklarının piyasa değeri ile, bu varlıkların o andaki para birimi karşılığı olarak yerini alması arasındaki orandır. Söz konusu rasyonun 1'den büyük olması, firmanın varlıklarının hisse senedi piyasasındaki değerinin gerçek maliyetlerinden daha fazla olduğunu gösterir. Bu rasyo 1'den daha küçük ise tam tersi anlaşılmalıdır.

Bir finansal kuruluşun q-rasyosunu nasıl iyileştirebiliriz? Kısaca söylemek gerekirse, bir finansal kuruluş iki işlevi yerine getirmektedir.

- i. Müşterilere ürün ve hizmetlerin sağlanması
- ii. Finansal aracılık ve risk yönetimi

Bunlara ek olarak, hizmet sunumu ve aracılık faaliyetleri eksenini boyunca, finansal ölçümler üzerinde doğrudan pozitif etkisi olan ve böylece dinamik olan ileri performans ölçümleri tanımlayabiliriz. Bunlar;

- i. Sağlanan hizmetlerin kalitesi,
- ii. Risk yönetiminin etkinliği

olarak sıralanabilir.

Bir finansal kuruluş, sadece müşterilerini memnun etmeyerek değil, aynı zamanda yüklenilmemesi gereken finansal riskleri alarak ve böylece kötü bir risk yönetimi sergileyerek de imtiyaz değerini tehlikeye sokabilir. Keeley [22]'de ticari bankalar için azalan imtiyaz değeri ile artan risk arasında açık bir ilişki olduğu gösterilmiştir. Staking ve Babbel [23] ise sigorta şirketleri için, faiz oranı riskinin hisse senetlerinin piyasa değeri üzerinde negatif etkisi olduğunu ortaya koymuşlardır. Görüldüğü gibi, risk



yönetiminin bankaların finansal performansı üzerindeki etkisi ile ilgili deneysel kanıtların yetersiz ve demode olduğu söylene de, aksine risk yönetiminin önemli olduğunu iddia eden geniş bir literatür bulunmaktadır.

Sonuç olarak, bir finansal kuruluşun finansal performansı, finansal kuruluşun hizmet sunumu ve finansal aracılık eksenini üzerindeki performansından etkilenebilir (Tözüm [24]).

### **2.2.2 Performans Değişkenleri**

Genel olarak performans değişkenleri üç kategoride tasnif edilmektedir (Tözüm [24]):

a-Strateji, b-Stratejinin yönetimi, c-Çevre

#### ***a-Strateji***

Strateji, başarının temel anahtar değişkenlerinden biridir ve bu, finansal hizmetler sektörü gibi dinamik rekabetçi bir ortamda özellikle önemlidir. Bu konuyu ele alan, “Stratejik Başarı Hipotezi” ile ilgili çeşitli deneysel çalışmalar yapılmıştır (Boyd [25], Capon et. al. [26]). Bankalar bağlamında, bir stratejinin seçimi öncelikle, büyük bir bankanın nasıl bir yeniden yapılanma sürecine girmesi gerektiği konusundaki kararını içermektedir. Aşağıda bazı stratejik seçimler açıklanmaktadır.

***i-Ürün Portföyü:*** Bir banka ürün geliştirici olmalıdır. Bir ürün karmasının seçimi, sadece hizmetlerin sağlanmasında finansal kuruluşların stratejisini tanımlamaz, aynı zamanda risk yönetimi konusunda stratejik bir karar almada da. Bir ürün portföyünün belirlenmesi, finansal kuruluşun yönetmeyi planladığı finansal risklerin seçimine eşittir.

***ii-Müşteri Portföyü:*** Finansal kuruluşlar müşterilerine ne tür hizmetler sunmak isterler? Tüketici finansmanında mı yoksa perakende bankacılıkta mı yoğunlaşmalılar? Hangi müşteri profili bankanın ürün hattına en uygundur? D&T‘ nin Bir Fransız bankası için yapmış olduğu araştırmada, banka karının %20’ sinin cari hesaplarını fazla kullanmayan müşterilerde (bu müşteriler toplam müşteri tabanının %14’ üdür) elde edildiği ve müşteri tabanının sadece %30’ unun karlı olduğu bulunmuştur. O halde, başarılı bir stratejik karar alma, hedeflenmiş müşteri tabanı segmentini iyi fiyatlanmış ürünlerle karşılamalıdır.

**iii-Coğrafik Yerleşim:** Bir banka yerel ya da uluslar arası çapta nerelerde faaliyette bulunmalıdır? Yasal kısıtlar ile müşteri ve ürün portföyü seçimi, bankanın coğrafik kapsamını belirleyebilir. Örneğin Countrywide Pasedana, California’ da faaliyet göstermekte ve konut almak isteyen müşterilere ipoteğe dayalı ürünler satmaktadır. Bank of Cyprus ise New York, Toronto ve Londra’ da faaliyet göstererek kendi ülkesinin dışında yaşayan zengin kimselere çeşitli finansal hizmetler sunmaktadır. Bir kez daha vurgulayalım ki, coğrafik yerleşim seçimi, bir bankanın faaliyetlerinin risk yönetimi eksenindeki stratejik seçimini ima eder.

**iv-Dağıtım Kanalları:** Ürünler farklılaşmış, müşteri segmentleri hedeflenmiş ve coğrafik yerleşimler dağılmış olduğundan, uygun dağıtım kanallarının seçimi can alıcı hususlardan biri haline gelmektedir. Başarılı stratejiler, hedeflenmiş müşteri segmentini bir ya da daha fazla teslim kanalıyla iyi fiyatlanmış ürünlerle tatmin eden stratejilerdir. Alternatif dağıtım kanallarını sadece bir pazarlama medyası olarak düşünmek yeterli değildir, Alternatif dağıtım kanalları aynı zamanda maliyet kontrolü için de araçlar sağlar. Örneğin, bir elektronik tevdiatın maliyeti, yatırılan bir çek kağıdının maliyetinin yarısı kadardır. Bu nedenle bankalar, müşteri davranışını en maliyet etkin kanallara yönlendirmelidirler.

Bu faktörlerden her biri performans değişkenidir. Ancak, bu faktörlerin uygun bir şekilde sıralanması da ayrı bir performans değişkenidir.

### ***b-Stratejinin Yönetimi***

Performans güdülerinin ikinci kümesi strateji yönetimini ve bir bankanın stratejik hedeflerine ulaşmak için aldığı operasyonel kararları ele almaktadır. ÇSQ-P, daha önce Heskett et. al.[27], tarafından açıklanan ve başarılı hizmet organizasyonlarının analizine dayanan hizmet-kar zinciri görüşüne odaklanmıştır. Soteriou ve Zenious [28], bankalar için hizmet- kar zincirinin bazı halkalarını test eden benchmark modelleri geliştirmişlerdir.

Hizmet-kar zinciri argümanları aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- 1- Kar ve büyüme birincil olarak müşteri bağlılığına dayanmaktadır.
- 2- Müşteri bağlılığı doğrudan müşteri tatmininin bir sonucudur.
- 3- Müşteri tatmini, büyük ölçüde müşterilere sunulan hizmetlerin değerinden etkilenmektedir.
- 4- Değeri, iş tatminine sahip, güvenilir ve üretken personel yaratmaktır.

5- Personel tatmini de birincil olarak kaliteli destek hizmetlerinin bir sonucudur.

Söz konusu hizmet-kar zincir modeli, performansı etkileyen operasyonel ve taktik faktörlerin tanımlanması için uygun bir çerçeve sağlamaktadır.

***i-X- Etkinliği:*** Ünlü iktisatçı Leibenstein tarafından gerçekleştirilen bu ölçüm, ölçek ya da kapsam bağı olmayan bireysel firmaların tüm teknik ve tahsis etkinliğini betimlemektedir. Böylece, X etkinliği iyi yönetimin teknoloji, insan kaynakları yönetimi ve veri çıktı düzeyini üretmek için gerekli diğer kaynaklar arasında nasıl sıralandığının bir ölçüsü olmaktadır. Bu nedenle X etkinliğinin hizmet-kar zincirinin 3. ve 4. halkaları üzerinde pozitif etkisi bulunmaktadır.

X-etkinliği yaklaşımı, finansal kuruluşların performansını en geleneksel ve yaygın inceleme yöntemidir. Bu yöntem, bankaları birkaç ürün üretmek için çeşitli kaynakları tüketen bir “fabrika” olarak görmektedir. Bu yönde yapılan ilk çalışmalarda, bankalar – genellikle şube düzeyinde- bir “kara kutu” olarak görülmüş ve tanımlanmaya çalışılmıştır. Böylece, X etkinsizliğini azaltacak modeller geliştirilmeye başlanmıştır.

X-etkinliği, hizmet-kar zincirinin bazı halkalarını olumlu etkilemesi anlamında bir performans güdüsü olarak görülebilir.

***ii- İnsan Kaynakları Yönetimi:*** İnsan Kaynakları Yönetimi, yönetim ve yönetim dışındaki personel için tazminat, hizmet içi eğitim, iş organizasyonu ve personel gereksinimi gibi alanları kapsar. Personel tatmini, hizmet-kar zincirindeki halkalardan biri olduğundan, insan kaynakları yönetiminin personel performansının, böylece örgütsel performansın temel bir güdüsü olmasını bekleyebiliriz.

***iii- Teknolojinin Kullanımı:*** ABD’deki büyük bankaların faiz dışı giderlerinin yaklaşık %20’ sini enformasyon teknolojisine yaptıkları harcamalar oluşturmaktadır. Enformasyon teknolojisi yatırımları üretkenliği arttırmaktadır. Bununla birlikte, yakın zamandaki araştırmalar, mevcut üretkenlik ölçümlerinin müşterilere sunulan hizmetlerin kalitesindeki iyileşmeleri hesaplamada yetersiz olduğunu göstermektedir. Kredi uygulama sürecinin hızındaki iyileşmeler ya da çağrı merkezleri aracılığıyla 24 saat bankacılık hizmeti sunumu ve ATM’ler, daha ileri bankacılık çıktıları olarak üretkenlik ölçümünde henüz tam anlamıyla dikkate alınamamaktadır. Ancak, enformasyon teknolojisi yatırımlarının bankaları daha karlı yapıp yapmadığı hala tartışmalı olmasına rağmen, bir temel performans güdüsü olarak gözden uzak tutulmamalıdır. Yukarıda açıklandığı gibi, tüketiciler, çeşitli teslim kanalları kullanarak, giderek artan hizmet

çeşitlerinin sunumunu talep etmektedirler. Böylece, enformasyon teknolojisi bankacılık hizmetlerinin sunumunda kalite arayışında önemli bir faktör haline gelmektedir.

**iv-Ürün Tasarımı:** Ürün tasarımı, girdilerin çıktılara dönüştürüldüğü bir mekanik süreçtir. Genel olarak, hizmet sürecinde kullanılan tüm girdiler (insan, malzeme, makine, yöntem, yönetim, çevre ve ölçüm sistemi) değişmeden kaldığı sürece, hizmet çıktısının girdilerin özellikleriyle uyumlu olacağı varsayılmaktadır.

İlk durumda, yani tüketici spesifikasyonlarının aşıldığı durumda, sonuç, beklenenden yüksek bir maliyet olacaktır. İkinci durumda ise yani tüketici spesifikasyonlarının altında olunması durumunda, sonuç, hizmet-kar zincirinde tanımlanan performans üzerinde negatif etkileriyle birlikte tatmin edilmemiş müşteriler olacaktır.

**c- Çevre:** Bankacılık sektöründeki değişiklikler, çevresel değişikliklerin bir sonucudur. Piyasa, teknolojik, yasal vb. çevresel faktörler bankalarca dolaylı bir şekilde kontrol edilebilmektedir (lobicilik faaliyetleri, pazarlama çalışmaları, AR-GE gibi) ve bu nedenle, çevresel faktörler performansın anlaşılmasında başlıca değişkenler olarak görülebilir.

### **2.3 Portföy Yönetiminde Performans Değerlendirmesi**

Portföyle ilgili olarak çeşitli kaynaklarda farklı tanımlara rastlamak mümkündür. Portföy, kelime anlamı olarak “cüzdan” demektir. Menkul kıymetler açısından portföy, menkul kıymetlerden oluşan bir topluluğu ifade etmektedir. Portföy, çeşitli menkul kıymetlerden meydana gelen, ağırlıklı olarak hisse senedi, tahviller gibi menkul kıymetlerden ve türev ürünlerden oluşan, belirli bir kişi veya grubun elinde olan finansal nitelikteki kıymetler olarak tanımlanabilir.

Menkul kıymetlere yatırım, belli amaçları gerçekleştirmek için yapılmaktadır. Her ne kadar portföy belirli menkul kıymetlerden oluşsa da bu kıymetler arasında bir ilişki olduğundan, portföy, kendine has, ölçülebilir nitelikleri olan bir varlıktır. Bu nedenle, portföy, içerdiği menkul kıymetlerin basit bir toplamı değildir.

Portföy; bir yatırımcının ya da finansal bir kurumun çeşitli yatırımlarının bir arada değerlendirildiği menkul kıymet sepetine verilen isim olarak tanımlanabilir. Portföy teorisi genellikle yatırım araştırmalarının sonunda incelenen bir konudur. Bunun sebebi ilk etapta menkul kıymetlerin incelenmesi gerekliliğidir (Reilly [29]).

Sermaye pazarı gelişmiş ülkelerde yatırımcılar menkul kıymetlerin getirisi ve riski karşısında bilinçlidirler. Diğer bir ifade ile risksiz sermaye yatırımlarının, sözgelimi devlet tahvilinin minimum bir getiri düzeyi bulunmaktadır. Bu düzeyin üzerinde getiri elde etmek isteyen yatırımcılar riske de katlanmak durumundadırlar (Berk [30]).

Çeşitlendirme prensibi, birden fazla menkul kıymete yatırım yaparak riskin dağıtılmasını amaçlayan portföy yönetimi görüşünde, yatırım çeşitlendirildiği oranda riskin de azalmasına dayanmaktadır. Portföy seçiminde, birbirleriyle ilişiksiz sektörlerden menkul kıymetler seçilerek etkili bir çeşitlendirme ile risk azaltılabilir. Gelecekle ilgili tüm kararlarda, kararın istenilen sonucu vermemesi tehlikesi vardır. Bir finansal varlık yatırımcısının, yapacağı yatırımdan beklediği bir getiri vardır. Fakat beklenen getirinin sağlanıp sağlanamayacağını yatırımı yapmadan bilmek imkansızdır. Yatırımcı, yapacağı her yatırımın taşıdığı bu riske karşı, kendisini kısmen veya tamamen korumaya çalışır. Bu koruma yatırım araçları arasında herhangi bir getiri seviyesinde en az risk taşıyanı seçme şeklinde veya herhangi bir risk seviyesinde yatırımının daha büyük getiri sağlamasını talep etme şeklinde olabilir. Gerek daha az risk taşıyan yatırım araçlarını seçmek, gerekse yüksek risk taşıyan yatırımdan daha yüksek getiri talep edebilmek için riskin büyüklüğünü ölçmek gerekir (Markowitz [31]).

Portföy yönetiminin amacı, yatırımcıların ihtiyaçlarına göre portföye çeşitli menkul kıymetleri almak ve yatırım amaçlarına uygun olarak portföyü yönetmektir. Portföy yöneticisi, alınan riske uygun olarak yatırımcının karlılığını maksimize etmeye çalışır. Ekonominin dinamik yapısı sebebiyle, ekonomik koşullar değişebilmektedir. Dolayısıyla, menkul kıymetlere yatırım yapan kişi veya kurumların portföylerinden bazı kıymetleri çıkarıp satmaları, yerlerine yenilerini almaları gerekebilir. Portföyden hangi kıymetlerin ne zaman satılacağı ve yerlerine hangi kıymetlerin ne zaman alınacağına karar vermek, uzmanlık ve sorumluluk isteyen bir iştir. Bu nedenle, “portföy yönetimi” genellikle bankalar ve uzman kuruluşlar tarafından yapılmaktadır (Sauvain [32]).

Günümüzde müşterilere daha kaliteli hizmet verebilmek için bankalarda portföy yöneticiliği işkollarına göre farklılık göstermektedir. Bireysel, işletme, ticari, kamu finansmanı, tarım ve özel bankacılık portföy yöneticiliği gibi alt segmentler bulunmaktadır. Bu çalışmada bireysel portföy yöneticilerinin performansları incelendiğinden bireysel portföy yöneticilerinin başlıca sorumlulukları ele alınmıştır. Bireysel portföy yöneticilerinin performansları işkolu hedefleri ve hedeflerin

gerçekleşme performansına göre değerlendirilmektedir. Bu değerlendirme sistemine göre de primler hesaplanmaktadır.

### 2.3.1 Hedef Performansı

Hedef performansı, portföy yöneticisinin meydana getirdiği toplam müşteri puanı (MP) ile doğru orantılı olarak, ilgili portföydeki tüm pazarlamacılara belli katsayılarla dağıtılmaktadır. Müşteri Puanı'nı oluşturan ürün hacimleri bankanın veri bankasından alınmaktadır. Prime konu olan MP puanları müşterilerin üç aylık kümüle bilgilerinden temin edilmektedir. 3'er aylık dönemlerde, Kurumsal Bankacılık Grubu, müşteri puanını oluşturan ürünlerin ağırlıklarını ve ürün hacimlerindeki alt-üst sınırlarını şubelere duyurmak sureti ile değiştirme hakkına sahiptir.

Çizelge 2.2 Ürün ağırlıkları (Okka [33])

	Ürün	Ağırlığı
1	Brüt Toplam Kar	35
2	Brüt Toplam Karlılık	10
3	TL Vadesiz	9
4	Döviz Vadesiz	9
5	TL Kredi	9
6	Döviz Kredi	8
7	Gayri Nakdi Krediler	8
8	TL Vadeli	4
9	Döviz Vadeli	4
10	Toplam Girdi	2
Toplam Puan	Toplam Çıktı	2
	Toplam Puan	100

Bu tabloya göre bir portföy yöneticisinin sadece bir müşteriden alabileceği toplam puan azami 100'dür. Bir Portföy Yöneticisinin prime hak kazanabilmesi için minimum 1000 müşteri puanına sahip olması gerekmektedir. 3 aylık kümüle MP puanı 1000'i geçen Portföy Yöneticileri bağlı çalışanlar(uzman, uzman yardımcısı ve asistanlar) prime hak kazanmaktadır.

Portföy yöneticisinin bağlı olduğu yönetmenler ise yönettikleri portföylerin puanlarının aritmetik ortalaması 1000'i geçtiğinde prime hak kazanacaklardır (Okka [33]).

**Örnek 2.1:** Bir şubede Yönetmene bağlı 2 Portföy Ekibi bulunsun: A Portföy Ekibi; MP Puanı 1185, B Portföy Ekibi; MP Puanı 787'dir. Bu durumda B Portföy Ekibi prim

alamamaktadır. A Portföy Ekibi prime hak kazanmıştır. Bu portföylerin bağlı olduğu Yönetmenin Ortalama MP Puanı şu şekilde hesaplanmaktadır: Tüm Portföylerin MP Puanları toplamı/Portföy sayısı=(1185+787)/2=986 Puan. Yönetmen 986 ortalama MP Puanı ile 1000 puanı geçemediği için prim alamayacaktır.

### 2.3.2 Ürün Performansı

Aşağıda yer alan ürünlerde her bir ürün satışı ile o ürün için belirlenmiş olan prim tutarı çarpılarak belirlenmektedir. Bu oranlar tüm iş kollarında aynıdır.

Çizelge 2.3 Ürün prim tablosu (Okka [33])

Ürün	Prim Tutarı
Kredi Kartı	Daha önce bu bankadan almamış ise her asıl kart için 2.50 TL.
Maaş Ödemesi	Daha önce bu bankadan kredi kartı almamış müşterilere satılacak her asıl kart için alınacak brüt 2.50 TL bireysel bankacılık ile paylaşılacaktır.
Sigorta	Komisyon tutarı üzerinden %6
Leasing	Dosya başına brüt 80 TL

Çizelge 2.4 Prim tutarları (Okka [33])

Kredi Limiti (1000 USD)	Prim Tutarı (TL)
0- 100	100
101- 500	150
501 – 1000	200
1000 -	250

**Örnek 2.2:** A portföy yöneticisinin 3 aylık dönemde gerçekleştirdiği ürün satışları (Okka [33]):

Çizelge 2.5 Ürün satışları (Okka [33])

Ürün Satışı	Prim Tutarı
Kredi Kartı: 5 adet	5 * 2.5=12.50 TL
Sigorta komisyonu: 1200 TL	1200 * %6=72 TL
Ürün performansından kazanılan prim	84.50 TL

### ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME TEKNİKLERİ

Çok ölçütlü karar verme, elde mevcut birden fazla ve genelde birbirleriyle çelişen alternatifler arasında bir tercih (değerlendirme, önceliklendirme, seçim) yapma durumunda bilgiler sunmaktadır (Çelikyay [34]). Çok kriterli karar verme, karar vericinin sayılabilir sonlu sayıda ya da sayılamayan sayıda seçenekten oluşan bir küme içerisinden en az iki kriter kullanarak yaptığı seçim işlemi ya da iki veya daha fazla kritere dayanarak değerlendirme yaparak seçim yapması olarak tanımlanabilir.

Bir sorunun yapılandırılması aşamasında sorunla ilgili tüm kriterlerin, tecrübelerin ve yargıların ortaya konması ve aralarındaki ilişkilerin mümkün olduğunca açık bir biçimde tanımlanması gerekmektedir. AHS ve AAS yapılandırma aşamasının, sorunun gerçek hayattaki yapılaşma olabildiğince yalın bir şekilde gerçekleştirilmesine olanak sağlar.

“Çok kriter” ve “karar verme”, kararı etkileyen değişik açılara bakmayı gerektiren, kompleks kararların alındığı bir çevrede ayrılamaz iki terimdir. “çok kriter” kararın dayandığı, içerdiği ve bağlı olduğu birden fazla kriter olarak tanımlanmıştır (Munaif [35]).

Herhangi bir konuyla ilgili karar verirken, karar vericiler birçok faktörlerin etkisi altındadır. Karar vericiler bu faktörleri göz önüne alarak, sorunun her faktöre göre performansını ölçer, sonra bu performansları birleştirir ve nihai kararını verir. Bilişsel psikoloji alanında yapılan deneysel çalışmalar insanların bilişsel yeteneklerinin yüksek miktarda bilgi karşısında zayıf düştüğünü göstermiştir. Bu konuda Miller “Sınırlı yedi artı eksi iki rakamı: Bilgi işleme kapasitemiz üzerindeki sınırlar” isimli makalesinde,



insan beyninin kısa süreli hafıza kapasitesinin ve varlıklar arasındaki ayrımları fark etme yeteneğinin 7 varlıkla sınırlı olduğunu ortaya koymuştur. Bu kapasite bazı insanlarda 5'e düşerken en fazla 9'a çıkabilmektedir. Sorunların yapısı analiz edilirken soruna ait varlıkların ve varlıklar arasındaki ilişkilerin sayısı çoğu kez analistin farklı bilgileri anlama kabiliyetinden daha fazladır. Bu durumda sorunla başa çıkabilmek için sorun bileşenlerine ayrılmalı ve bu bileşenler uygulanacak olan çözüm prosedürüne uygun biçimde düzenlenmelidirler.

1980'li yıllar öncesinde bilimsel karar verme, daha çok operasyonel düzeyde, az karmaşıklığa ve ilişkiye sahip ve iyi tanımlanabilen amaçlarla yapılmaktaydı. Nicel yönetim bilimi uygulamaları operasyonel karar vermeden üst düzey yönetim planlama ve karar vermeye doğru yöneldiğinde iyi tanımlanmış sorunların yerini karmaşık sorunlar aldı. Bu yönelimin sonuçlarından biri karar verme amacının kesinliğinin azalmasıdır. Bir tanıma göre çok kriterli karar verme, kesin olmayan amaçları temsil eden bir dizi kesin ve genellikle birbiri ile çelişen kriterlerin kullanıldığı bir sorun çözme yaklaşımıdır.

Daha açık bir tanıma göre çok kriterli karar verme, bir karar vericinin sayılabilir (genellikle sonlu) veya sayılamaz seçenekler arasından iki veya daha fazla kriter kullanarak seçim yapmasıdır.

Çok kriterli karar verme yöntemleri, organizasyonların sayısal verilere dayanmayan veya kısmen dayanan karar verme problemlerinin çözümünde, maliyet ve kar esaslı ölçütlerin kullanılmadığı durumlarda performansların ölçülmesi ve doğru seçimin yapılması için kullanılmaktadır (Çelikyay [34]).

Karar verme işlemi bir biriyle çatışan faktöre bağlı olduğu için kolay bir işlem değildir. Karar verici etkileyen faktörlerin sayısının çokluğu, çoğu zaman da bu faktörlerin bir birine zıt oluşu karar verme sürecini zorlaştırır, bu durumda karar vericiye son kararı vermek için çok faktörlü karar analizi metotları yardım edebilir. Çok faktörlü karar analizi yöntemleri en az ikiden fazla kritere göre değerlendirip tatmin düzeyine göre sıralama yöntemleridir.

Çok kriterli karar verme 2 ana sınıfa ayrılabilir (Minowa ve Phua [36]):

- Çok ölçütlü Karar Verme (ÇÖKV - Multi Attribute Decision Making- MADM): Problem, sonlu sayıda alternatifleri değerlendirme ve ölçütlerin ağırlıklarına dayanarak en iyi alternatifi seçmektir.

- Çok Amaçlı Karar Verme (ÇAKV - Multi Objective Decision Making-MODM): Çelişkili (zıt) amaçlara dayanarak en iyi alternatifin seçimidir.

### 3.1 Analitik Hiyerarşi Metodu

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), 1970'li yıllarda Thomas Saaty tarafından geliştirilmiş birçok kriterli karar verme yöntemidir. Metot, belirlilik veya belirsizlik altında çok sayıda alternatif arasından seçim yaparken, çok sayıda karar vericinin bulunduğu, çok kriterli karar verme durumunda kullanılır (Erol ve Başlıgil [37]).

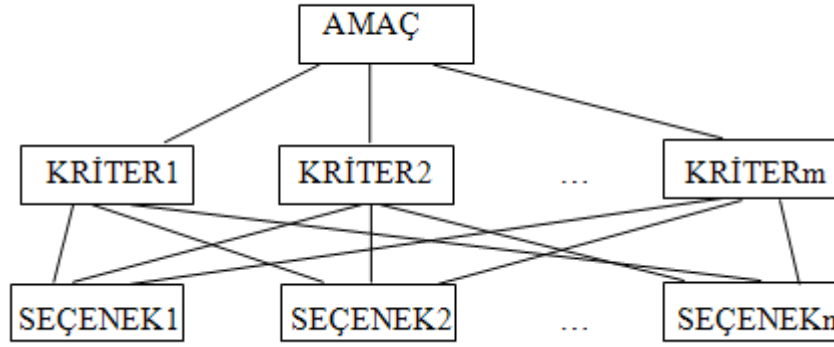
AHP, karar teorisinde zengin uygulamaları olan, nitel ve nicel faktörleri birleştirme olanağı sunan güçlü ve kolay bir yöntemdir (Tekeş [38]). Risk ve belirsizlik altında karar vermede, insani yargıları ve sezgisel değerlendirmeleri analitik bir temele oturtuyor olması AHP'nin gerçek hayat problemlerinin çözümünde oldukça etkin bir yöntem olmasını sağlamaktadır (Çavdar [39]). AHP, karar vericilerin farklı psikolojik ve sosyolojik durumlardaki gözlemleri de dikkate alınarak karar verme mekanizmalarını tanıma olanağı sağlamaya çalışmaktadır. Bu yöntemle karar vericilerin daha etkin karar vermeleri amaçlanmaktadır (Dağdeviren vd. [40]).

AHP her sorun için amaç, kriter, olası alt kriter seviyeleri ve seçeneklerden oluşan hiyerarşik bir model kullanır.

Karışık, anlaşılması güç veya yapısallaşmamış sorunlar için genel bir yöntemdir ve üç temel prensip üzerine kurulmuştur:

- Hiyerarşilerin oluşturulması prensibi
- Üstünlüklerin belirlenmesi prensibi
- Mantıksal ve sayısal tutarlılık prensibi

Karar verme işlemindeki en önemli alt aşamalardan bir tanesi, kararı etkileyecek tüm faktörlerin belirlenmesi ve bu faktörlerin hiyerarşik yapıda temsil edilmesidir. AHP'nin ilk aşaması olan hiyerarşik yapının oluşturulmasında, tüm bu faktörleri içeren ve genel hedeften kriterlere daha sonra alt kriterlere ve en sonunda alternatiflere kadar uzanan bir hiyerarşik yapı geliştirilir (Tekeş [38]). En basit biçimiyle AHP'nin bu yapısı Şekil 3.1'de gösterilmiştir.



Şekil 3.1 Analitik Hiyerarşi Prosesi Yapısı (Gülten [41])

AHP, insanoğlunun karmaşık bir problemi nasıl algılayıp biçimlendirdiğini gözler önüne seren bir modeldir ve çeşitli gözlemler sonucunda oluşturulmuştur. Bu gözlemlerden biri, kişilerin bu tip durumlarda öğeleri gruplandırıp problemi hiyerarşik olarak parçalara ayırma işlemidir. Söz konusu parçalama kişiden kişiye farklılık gösterebilir; ancak kişiler bir sorunu aynı şekilde yargılıyorlar ise çözüm de yaklaşık aynı olacaktır (Evren vd. [42]).

### 3.1.1 Ahp'nin Adımları

AHP'nin aşamaları aşağıda açıklanmıştır (Erikan [43]):

**Problemin Tanımlanması:** Bu asama, aslında diğer bütün karar verme yöntemlerine ait problemlerinin çözümünde de kullanılan ilk asamadır. Problemin tanımlanması sırasında dikkat edilmesi gereken en önemli husus, bu problemin AHP yöntemine uygun olup olmadığı, diğer bir deyişle, elemanların kantitatif göstergeleri bulunup bulunmadığıdır. AHP yönteminin en önemli özelliği, öznel değerlendirmeler için bir ölçü birimi yaratmasıdır.

**Sistemin Gözlenmesi:** AHP çok amaçlı, karmaşık bir problemi, her düzeyi belirli kriterlerden oluşan bir hiyerarşiye ayırır. Bu kriterler daha sonra alt elemanlara bölünürler. En alt düzeye ise, değerlendirilecek olan seçenekler yerleştirilir. Böyle bir hiyerarşik yapının kurulabilmesi ve söz konusu kriterlerin belirlenebilmesi için sistemin bütünü, elemanları ve bunların birbirleri ile ilişkileri iyice gözlenmelidir.

**Hiyerarşik Yapının Kurulması:** Bu asama, klasik problem çözme teknikleri ile karşılaştırıldığında daha çok "model kurma" aşamasına karşılık gelmektedir. Ancak bu

model kişiden kişiye değişiklik gösterir ve bunlardan birinin doğru, diğerlerinin yanlış olması söz konusu değildir. Mantıklı bir subjektif yaklaşım, çoğu zaman objektif yaklaşımlardan daha sağlıklı olmaktadır. Hiyerarşide en önemli husus, her bir seviye elemanları ve bu elemanlar arasındaki ilişkilerdir. Çünkü bu model sayesinde, her seviyedeki elemanların görelî gücünü (hiyerarşik modelin en üst seviyesine yaptığı etkiyi) ölçmek asıl amaçtır.

**Önceliklerin Belirlenmesi (İkili Karşılaştırmalar):** Model kurulduktan sonraki aşama, aynı hiyerarşi düzeyindeki faktörlerin görelî ağırlıklarının belirlenmesidir. Bu işlem, bir üst düzeydeki faktörle bağlantılı olan alt düzeydeki faktörlerin, kendi aralarında yapılacak ikili karşılaştırmaları şeklinde gerçekleştirilir.

**Sentez:** Hiyerarşinin en alt düzeyinde değerlendirilecek seçenekler bulunmaktadır. Dolayısıyla önceliklerin belirlenmesi işleminin benzeri olarak, seçeneklerin her alt kriter bazında ikili karşılaştırmaları yapılmıştır. Bütün ağırlıkların birleştirilmesi sonucu seçeneklerin genel ağırlıkları bulunur.

**Değerlendirme ve Sonuç:** Öz vektörün hesaplanması sırasında problemin rassal indeksi hesaplanır. Bu indeksin 0.1 ve daha yüksek çıktığı durumlarda değerlendirmelerin tutarsız olduğu belirtilmektedir. Dolayısıyla, elde edilen sonuçlar sağlıklı seçim yapılabilmesi için yeterli olmadığından sitemin daha kararlı hale getirilmesinde veya yeni hedeflere yönelmede geri besleme olarak kullanılabilir. Hiyerarşinin yapısını değiştirmek suretiyle yapılabilecek model değişiklikleri aşamasına geçmeden önce, ikili karşılaştırmalar kontrol edilmelidir. Belki de önceliklerde yapılabilecek bazı düzeltmeler, problemin genel uyumsuzluk indeksini düşürmeye yetecektir. Söz konusu indeks kabul edilebilir oranda ise, mantıklı olarak en büyük görelî ağırlığa sahip olan alternatif seçilir ve uygulanır.

Bir karar verme probleminin AHP ile çözümlenebilmesi için gerçekleştirilmesi gereken aşamalar aşağıda tanımlanmıştır. Her bir aşamada, formülasyon ile birlikte ilgili açıklamalar yapılmıştır [44].

**1.Adım:** Karar Verme Problemi Tanımlanır.

Karar verme probleminin tanımlanması, iki aşamadan oluşturulur. Birinci aşamada karar noktaları saptanır. Diğer bir deyişle karar kaç sonuç üzerinden değerlendirilecektir sorusuna cevap aranır. İkinci aşamada ise karar noktalarını etkileyen faktörler saptanır. Bu çalışmada karar noktalarının sayısı  $m$ , karar noktalarını etkileyen faktör sayısı ise  $n$

ile sembolize edilmiştir. Özellikle sonucu etkileyecek faktörlerin sayısının doğru belirlenmesi ve her bir faktörün detaylı tanımlarının yapılması, ikili karşılaştırmaların tutarlı ve mantıklı yapılabilmesi açısından önemlidir.

**2. Adım:** Faktörler Arası Karşılaştırma Matrisi Oluşturulur.

Faktörler arası karşılaştırma matrisi,  $n \times n$  boyutlu bir kare matristir. Bu matrisin köşegeni üzerindeki matris bileşenleri 1 değerini alır. Karşılaştırma matrisi aşağıda gösterilmiştir.

Karşılaştırma matrisinin köşegeni üzerindeki bileşenler, yani  $i=j$  olduğunda, 1 değerini alır. Çünkü bu durumda ilgili faktör kendisi ile karşılaştırılmaktadır. Faktörlerin karşılaştırılması, birbirlerine göre sahip oldukları önem değerlerine göre birebir ve karşılıklı yapılır. Faktörlerin birebir karşılıklı karşılaştırılmasında Çizelge 3.1'deki önem skalası kullanılır.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (3.1)$$

Örneğin birinci faktör üçüncü faktöre göre karşılaştırmayı yapan tarafından daha önemli görünüyorsa, bu durumda karşılaştırma matrisinin birinci satır üçüncü sütun bileşeni ( $i=1, j=3$ ), 3 değerini alacaktır. Aksi durumda yani birinci faktörün üçüncü faktörle karşılaştırılmasında, daha önemli tercihi üçüncü faktörden yana kullanılacaksa bu durumda karşılaştırma matrisinin birinci satır üçüncü sütun bileşeni  $1/3$  değerini alacaktır. Aynı karşılaştırmada birinci faktörle üçüncü faktörün karşılaştırılmasında faktörler eşit öneme sahip oldukları yönünde tercih kullanılıyorsa bu durumda bileşen 1 değerini alacaktır.

Karşılaştırmalar, karşılaştırma matrisinin tüm değerleri 1 olan köşegeninin üstünde kalan değerler için yapılır. Köşegenin altıda kalan bileşenler için ise doğal olarak (3.2) formülünü kullanmak yeterli olacaktır.

$$a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}} \quad (3.2)$$

Yukarıda verilen örnek dikkate alınırsa karşılaştırma matrisinin birinci satır üçüncü sütun bileşeni ( $i=1, j=3$ ) 3 değerini alıyorsa, karşılaştırma matrisinin üçüncü satır birinci sütun bileşeni ( $i=3, j=1$ ), (3.2) formülünden  $1/3$  değerini alacaktır.

Çizelge 3.1 Önem Skalası [1]

Önem Değerleri	Değer Tanımları
1	Her iki faktörün eşit öneme sahip olması durumu
3	1. Faktörün 2. faktörden daha önemli olması durumu
5	1. Faktörün 2. faktörden çok önemli olması durumu
7	1. Faktörün 2. faktöre nazaran çok güçlü bir öneme sahip olması durumu
9	1. Faktörün 2. faktöre nazaran mutlak üstün bir öneme sahip olması durumu
2,4,6,8	Ara değerler

**3. Adım:** Faktörlerin Yüzde Önem Dağılımları Belirlenir.

Karşılaştırma matrisi, faktörlerin birbirlerine göre önem seviyelerini belirli bir mantık içerisinde gösterir. Ancak bu faktörlerin bütün içerisindeki ağırlıklarını, diğer bir deyişle yüzde önem dağılımlarını belirlemek için, karşılaştırma matrisini oluşturan sütun vektörlerinden yararlanılır ve  $n$  adet ve  $n$  bileşenli  $B$  sütun vektörü oluşturulur.

$$B_i = \begin{bmatrix} b_{11} \\ b_{21} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ b_{n1} \end{bmatrix} \quad (3.3)$$

$B$  sütun vektörlerinin hesaplanmasında (3.4) formülünden yararlanılır.

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (3.4)$$

Örneğin değerlendirme faktörlerinin birbirleriyle karşılaştırılmalarını gösteren A karşılaştırma matrisi aşağıdaki gibi tanımlanmışsa ve B<sub>1</sub> vektörü hesaplanmak isteniyorsa,

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1/3 & 5 \\ 3 & 1 & 4 \\ 1/5 & 1/4 & 1 \end{bmatrix} \quad (3.5)$$

Bu durumda B<sub>1</sub> vektörünün b<sub>11</sub> elemanı,  $b_{11} = \frac{1}{1+3+0,2}$  olarak hesaplanacaktır.

Benzer şekilde B<sub>1</sub> vektörünün diğer elemanları hesaplandığında, vektör aşağıdaki gibi elde edilebilir ve sütun vektörünün bileşenleri toplandığında toplamın 1 olduğu görülebilir.

$$B_1 = \begin{bmatrix} 0,238 \\ 0,714 \\ 0,048 \end{bmatrix} \quad (3.6)$$

Yukarıda anlatılan adımlar diğer değerlendirme faktörleri içinde tekrarlandığında faktör sayısı kadar B sütun vektörü elde edilecektir. n adet B sütun vektörü, bir matris formatında bir araya getirildiğinde ise aşağıda gösterilen C matrisi oluşturulacaktır.

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ c_{n1} & c_{n2} & \dots & c_{nm} \end{bmatrix} \quad (3.7)$$

Yukarıdaki örnek göz önüne alındığında C matrisi aşağıdaki gibi oluşur.

$$C = \begin{bmatrix} 0,238 & 0,210 & 0,500 \\ 0,714 & 0,632 & 0,400 \\ 0,048 & 0,158 & 0,100 \end{bmatrix} \quad (3.8)$$

C matrisinden yararlanarak, faktörlerin birbirlerine göre önem değerlerini gösteren yüzde önem dağılımları elde edilebilir. Bunun için (3.9) formülünde gösterildiği gibi C matrisini oluşturan satır bileşenlerinin aritmetik ortalaması alınır ve Öncelik Vektörü olarak adlandırılan W sütun vektörü elde edilir.

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n} \quad (3.9)$$

W vektörü aşağıda gösterilmiştir.

$$W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} \quad (3.10)$$

Yukarıdaki örnek çözüldüğünde öncelik vektörünün elemanları aşağıdaki gibi hesaplanabilir. Bu durumda her üç faktör birlikte değerlendirildiğinde yaklaşık değerlerle, birinci faktör % 32, ikinci faktör % 58 ve üçüncü faktör % 10 öneme sahip olacaktır.

$$W = \begin{bmatrix} \frac{0,238+0,210+0,500}{3} \\ \frac{0,714+0,632+0,400}{3} \\ \frac{0,048+0,158+0,100}{3} \end{bmatrix} \cong \begin{bmatrix} 0,32 \\ 0,58 \\ 0,10 \end{bmatrix} \quad (3.11)$$

#### 4. Adım: Faktör Kıyaslamalarındaki Tutarlılık Ölçülür.

AHP kendi içinde ne kadar tutarlı bir sistematige sahip olsa da sonuçların gerçekçiliği doğal olarak, karar vericinin faktörler arasında yaptığı birebir karşılaştırmadaki



tutarlılığa bağlı olacaktır. AHP bu karşılaştırmalardaki tutarlılığın ölçülebilmesi için bir süreç önermektedir. Sonuçta elde edilen Tutarlılık Oranı (CR) ile, bulunan öncelik vektörünün ve dolayısıyla faktörler arasında yapılan birebir karşılaştırmaların tutarlılığın test edilebilmesi imkanını sağlamaktadır. AHP, CR hesaplamasının özünü, faktör sayısı ile Temel Değer adı verilen ( $\lambda$ ) bir katsayının karşılaştırılmasına dayandırmaktadır.  $\lambda$ 'nın hesaplanması için öncelikle A karşılaştırma matrisi ile W öncelik vektörünün matris çarpımından D sütun vektörü elde edilir.

$$D = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} \quad (3.12)$$

(3.13) formülünde tanımlandığı gibi, bulunan D sütun vektörü ile W sütun vektörünün karşılıklı elemanlarının bölümünden her bir değerlendirme faktörüne ilişkin temel değer (E) elde edilir. Bu değerlerin aritmetik ortalaması ((3.14) formülü) ise karşılaştırmaya ilişkin temel değeri ( $\lambda$ ) verir.

$$E_i = \frac{d_i}{w_i} \quad (i=1,2,\dots,n) \quad (3.13)$$

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \quad (3.14)$$

$\lambda$  hesaplandıktan sonra Tutarlılık Göstergesi (CI), (3.15) formülünden yararlanarak hesaplanabilir.

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (3.15)$$

Son aşamada ise CI, Random Gösterge (RI) olarak adlandırılan ve Çizelge 3.2'de gösterilen standart düzeltme değerine bölünerek ((3.16) formülü) CR elde edilir. Çizelge 3.2'den faktör sayısına karşılık gelen değer seçilir. Örneğin 3 faktörlü bir karşılaştırmada kullanılacak RI değeri Çizelge 3.2'den 0.58 olacaktır.

Çizelge 3.2 RI Değerleri [44]

N	RI	N	RI
1	0	8	1,41
2	0	9	1,45
3	0,58	10	1,49
4	0,90	11	1,51
5	1,12	12	1,48
6	1,24	13	1,56

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3.16)$$

Hesaplanan CR değerinin 0.10'dan küçük olması karar vericinin yaptığı karşılaştırmaların tutarlı olduğunu gösterir. CR değerinin 0.10'dan büyük olması ya AHP'deki bir hesaplama hatasını ya da karar vericinin karşılaştırmalarındaki tutarsızlığını gösterir.

**5. Adım:** Her Bir Faktör İçin, m Karar Noktasındaki Yüzde Önem Dağılımları Bulunur.

Bu aşama yukarıda anlatılan şekilde ancak bu kez, her bir faktör açısından karar noktalarının yüzde önem dağılımları belirlenir. Diğer bir deyişle birebir karşılaştırmalar ve matris işlemleri faktör sayısı kadar (n kez) tekrarlanır. Ancak bu kez her bir faktör için karar noktalarında kullanılacak G karşılaştırma matrislerinin boyutu mxm olacaktır. Her bir karşılaştırma işleminden sonra mx1 boyutlu ve değerlendirilen faktörün karar noktalarına göre yüzde dağılımlarını gösteren S sütun vektörleri elde edilir. Bu sütun vektörleri aşağıda tanımlanmıştır:

$$S_i = \begin{bmatrix} s_{11} \\ s_{21} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ s_{m1} \end{bmatrix} \quad (3.17)$$

**6. Adım:** Karar Noktalarındaki Sonuç Dağılımının Bulunması.

Bu aşamada öncelikle, yukarıda anlatılan n tane mx1 boyutlu S sütun vektöründen meydana gelen ve mxn boyutlu K karar matrisi oluşturulur. Karar matrisi aşağıda tanımlanmıştır:

$$K = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \dots & s_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ s_{m1} & s_{m2} & \dots & s_{mn} \end{bmatrix} \quad (3.18)$$

Sonuçta karar matrisi W sütun vektörü (öncelik vektörü) ile aşağıdaki gibi çarpıldığında ise m elemanlı L sütun vektörü elde edilir. L sütun vektörü karar noktalarının yüzde dağılımını verir. Diğer bir deyişle vektörün elemanlarının toplamı 1'dir. Bu dağılım aynı zamanda karar noktalarının önem sırasını da gösterir.

$$L = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \dots & s_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ s_{m1} & s_{m2} & \dots & s_{mn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} l_{11} \\ l_{21} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ l_{m1} \end{bmatrix} \quad (3.19)$$

### 3.1.2 AHP'nin Uygulama Alanları

AHP çeşitli endüstri kuruluşlarında, resmi kuruluşlarda ve birçok alanda başarıyla uygulanmıştır. Başlıca uygulama alanları aşağıda sunulmuştur (Dağdeviren [45], Rouyandegh [46]).

#### Ekonomi ve yönetim problemleri

- Performans analizi
- Veri tabanı seçimi
- Ürün tasarımı
- Muhasebe/Finans
- Sermaye yatırımı
- Karar destek

- Üretim
- Politika/Strateji
- Pazarlama
- Risk analizi
- Strateji planlama
- Kaynak tahsisi
- Makro ekonomik tahminler
- Kaynak seçimi
- Tesis yeri seçimi
- Grup karar verme
- Ulaştırma
- Tahminler

### **Politik problemler**

- Silah kontrolü
- Politik adaylık
- Global etkiler
- Güvenlik sistemlerinin değerlendirilmesi
- Uluslar arası görüşmeler ve çelişkiler
- Komplo teorileri

### **Sosyal problemler**

- Rekabet ortamı
- Eğitim
- Hukuk
- Çevresel etkiler
- Tıp
- Sağlık
- Nüfus dinamikleri
- Kamu sektörü

### **Teknolojik problemler**

- Pazar seçimi
- Portföy seçimi

- Teknoloji transferi
- Bilgisayar ve bilgi seçimi
- Uzay araştırmaları

### 3.1.3 AHP' nin Avantajları

Saaty'ye göre AHP'nın esas özellikleri ve avantajları (Saaty [47], Rouyandegh [46]):

**1- Model tekliği ve benzersizliği (Unity):** AHP birçok karar verme problemine uygulanabilecek nitelikte anlaşılması kolay olan esnek bir yöntemdir.

**2- Karmaşıklık (Complexity):** AHP karar verme sürecinde kullanılan faktörlere ilişkin hem yerel hem de global ağırlıkları incelemeye fırsat verir.

**3- Bağımlılık (Interdependence):** AHP'de tek yönlü bir bağımlılık söz konusudur.

**4- Hiyerarşik yapılanma (Hierarchy Structuring):** AHP karar verme problemlerinin hiyerarşik yapılanmasında birinci seviyede amaç, ikinci seviyede faktörler, üçüncü seviyede de alternatifler yer alır.

**5- Ölçme (Measurment):** AHP, karar verme sürecinde kullanılan faktörleri ikili karşılaştırmalar kullanarak ölçer ve her faktör ve alt faktör için bir ağırlık değerini hesaplar.

**6- Uyumluluk (Consistency):** AHP, karar verme sürecinde kullanılan ikili karşılaştırma karar matrisinin tutarlığını inceler ve daha hassas ve mantıklı sonuçlar alınmasını sağlar.

**7- Birleştirmek (Synthesis) :** AHP her alternatif için bir öncelik değerini hesaplar.

**8- Ödünleşim (Tradeoffs):** AHP, karar verme sürecinde kullanılan faktörlere bağlı olarak alternatif önceliklerini belirler ve sonucunda bu öncelikleri birleştirir.

**9- Yargı ve Grup uyumu (Judgment and Consensus):** AHP karar verme sürecinde birden fazla karar vericinin yargılarını birleştirmeye imkan sağlar.

**10- Sürecin Tekrarı (Process Repetition):** AHP karar vericilerinin yargılarını karar verme sürecinde değiştirmesine imkan sağlayan esnek bir yöntemdir, ayrıca karar verme sürecinde kullanılan faktör ve alt faktörlerin değiştirilmesine de imkan sağlar.

### 3.2 Topsis Metodu

TOPSİS (for the Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) Metodu, 1980 yılında Yoon ve Hwang tarafından ELECTRE' ye alternatif olarak geliştirilmiş ve ELECTRE' nin en çok kabul gören çeşididir. Bu metodun temel prensibi, geometrik anlamda seçilen alternatifin ideal çözüme en yakın mesafesi olan ve negatif ideal çözüme en uzak mesafesi olan alternatif olması gerektiğidir (Triantaphyllou [48]).

#### 3.2.1 Pozitif-ideal ve Negatif-ideal Çözümler

İdeal çözüm, tüm kriterler göz önüne alındığında seçilen alternatifin bu kriterleri ideal seviyelerde yerine getirmesidir. Bununla birlikte ideal çözüm uygulanamaz veya ulaşılamaz olabilir. Bu durumda yapılması gereken ideale en yakın noktanın seçilmesidir. İdeal nokta o andaki limitlere, teknolojik veya mali sınırlılıklara v.s. değişebilmektedir.

*Pozitif-ideal Çözüm:*

$$A^* = (x_1^*, \dots, x_j^*, \dots, x_n^*) \quad (3.20)$$

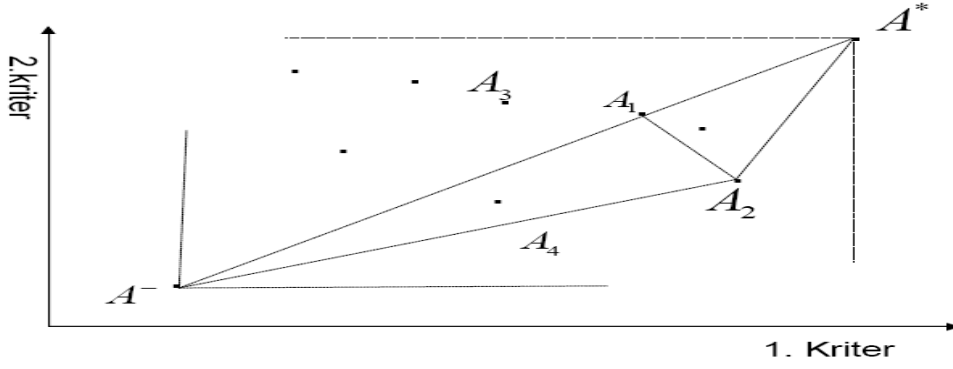
$x_j^*$  değeri tüm alternatifler arasında j'inci kriter için en iyi değerdir.

*Negatif-ideal Çözüm:*

$$A^- = (x_1^-, \dots, x_j^-, \dots, x_n^-) \quad (3.21)$$

$x_j^-$  değeri tüm alternatifler arasında j 'inci kriter için en kötü değerdir.

Pozitif ideal çözüme en yakın çözüm negatif ideal çözüme en uzak çözüm ile aynı olur. Genelde bu ikisi aynı nokta olmayabilir de. Örneğin Şekil 3.2'deki gibi  $A_1$  ve  $A_2$  gibi iki alternatifi göz önüne alırsak  $A_2$ ,  $A^*$ 'ye en yakın noktadır, fakat  $A_2$  ise aynı zamanda  $A^-$ 'den en uzak noktadır.



Şekil 3.2 İki boyutlu uzayda pozitif-ideal ve negatif-ideal çözümler kümesi [49]

TOPSIS, pozitif-ideal çözüme benzerlik (veya göreceli yakınlık) indeksi olarak tanımlanır. Buna göre pozitif ideal çözüme en yakın nokta veya negatif ideal çözüme en uzak noktanın kombinasyonudur. Daha sonrada ideale en benzer alternatif seçilir. TOPSIS yönteminde her kriterin tekdüze azalan veya artan bir faydası vardır [49].

### 3.2.2 Uygulama Adımları

TOPSIS yönteminde aşağıdaki adımlar izlenir [49].

**Adım 1 - Normalizasyon Oranlarının Hesaplanması:**  $r_{ij}$ 'nin hesaplanması için vektör normalizasyonu uygulanır.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m X_{ij}^2}} \quad (3.22)$$

**Adım 2 - Ağırlıklı Normalizasyon Oranlarının Hesaplanması:**  $w_{ij}$  kriterin ağırlığıdır.

$$v_{ij} = w_{ij} \cdot r_{ij} \quad i=1, \dots, m; \quad j=1, \dots, n \quad (3.23)$$

**Adım 3 - Pozitif-ideal ve Negatif-ideal Çözümlerin Tespit Edilmesi:** Ağırlıklı normal değerlere göre  $A^*$  ve  $A^-$  değerleri bulunur.

$J_1$  fayda kriterleri seti,  $J_2$  ise maliyet kriterleri setidir.

$$\begin{aligned} A^* &= \{v_1^*, v_2^* \dots \dots, v_j^*, \dots \dots, v_n^*\} \\ &= \{(\max v_{ij} I_j \in j_1), (\min v_{ij} I_j \in j_2) I_i = 1, \dots, m\} \end{aligned} \quad (3.24)$$

$$\begin{aligned}
A^- &= (v_1^-, v_2^-, \dots, v_j^-, \dots, v_n^-) \\
&= \{(\min v_{ij} I_j \in j_1), (\max v_{ij} I_j \in j_2) I_i = 1, \dots, m\}
\end{aligned} \tag{3.25}$$

**Adım 4 - Ayırım Ölçülerinin Hesaplanması:** Alternatifler arasındaki ayırım (mesafe) ölçülür. Her alternatifin pozitif-ideal çözümden olan mesafesi şu şekilde hesaplanır.

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2}, i = 1, \dots, m \tag{3.26}$$

Aynı şekilde negatif-ideal çözümden olan mesafelerde hesaplanır.

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}, i = 1, \dots, m \tag{3.27}$$

**Adım 5 - Pozitif-ideal Çözüme Benzerliğin Hesaplanması:**

$$C_{i^+} = \frac{S_{i^-}}{S_{i^+} + S_{i^-}} \tag{3.28}$$

**Adım 6 - Tercih Yapılması:** Maksimum  $C_i^*$  değeri seçilir.

$$\begin{aligned}
C_i^* &= \frac{S_i^-}{(S_i^* + S_i^-)} \\
&\quad i=1, K, K, K, m \\
0 \leq C_i^* \leq 1 \quad ; A_i = A^- \rightarrow C_i^* = 0 \quad \text{ve} \quad A_i = A^* \rightarrow C_i^* = 1
\end{aligned} \tag{3.29}$$

### 3.3 Electre Metodu

#### 3.3.1 Tanımı ve Özellikleri

ELECTRE (Elimination et Choix Traduisant La Realite - Elimination and Choice Translating Reality) ilk olarak Benayoun, Roy ve arkadaşları tarafından 1966 yılında geliştirilmiştir. Metot var olan karar verme metotlarına bir cevap olarak geliştirilmiştir. Aslında sadece bir çözüm metodu değil kendi içinde çok tartışılan bir felsefedir.

ELECTRE metodunun ana konsepti; herbir kriter için ayrı ayrı olmak üzere alternatiflerin aralarındaki ikili karşılaştırmaları kullanmaktır. İki alternatifin ( $A_i$  ve  $A_j$ ) tercih edilebilirliğinin üstünlük ilişkisi  $A_i \rightarrow A_j$  seklide gösterilir ve eğer  $i$ . alternatif  $j$ .



alternatife niceliksel baskınlık kuramazsa karar verici,  $A_i$ 'nin  $A_j$ 'ye göre daha iyi olduğu riskini alabilmelidir. Alternatifler, eğer başka bir alternatif bir veya daha fazla kriterde üstün ve kalan diğer kriterlerde eşit olursa baskın olarak adlandırılabilirler.

ELECTRE metodu her bir kriter için alternatiflerin ikili karşılaştırmaları ile başlamaktadır. Fiziksel veya parasal değerlerin kullanılması  $A_i$  alternatifi için  $g_i(A_j)$ ,  $A_k$  alternatifi için  $g_i(A_k)$  şeklinde gösterilir ve  $g_i(A_j) - g_i(A_k)$  farkı için esik değerlerinin ortaya çıkarılması ile karar verici; alternatifler arasında düşünüldüğünde kayıtsız kaldığını ya da birinin diğeri için zayıf veya tam bir tercihe sahip olduğunu ya da bu ilişkilerinden hiçbirine sahip olmadığını açıklamaktadır. Bu nedenle alternatiflerin ikili ilişkilerinin bir seti tamamlansa da tamamlanamasa da tercih edilebilirliğinin üstünlük ilişkisi olarak adlandırılmaktadır. Daha sonra karar vericiden kriterlerin birbirine göre görece önemlerini açıklamak için ağırlıklarını ya da önem derecelerini belirlemesi beklenmektedir (Triantaphyllou [48]).

ELECTRE metodu alternatiflerin tercih edilebilir üstünlük ilişkisinin ardışık yargıları arasından,  $A_j$  alternatifi  $A_k$  alternatifine üstünlük sağlar veya daha önemlidir sonucunu destekleyen kanıt sayısı şeklinde tanımlanan uyumluluk indeksini ve uyumluluk indeksinin karşı tarafı olan uyumsuzluk indeksini çıkartmaktadır. Sonuç olarak ELECTRE metodu alternatifler arasında ikili tercih edilebilirliğinin üstünlük ilişkisi sistemini getirmektedir. Bunun nedeni, bu sistemin tamamlanması gerekmemektedir. ELECTRE metodu bazen pek çok tercih edilmiş alternatifi tanımlayamamaktadır. Metot sadece lider alternatiflerin merkezini üretmektedir. Bu metot alternatiflerin daha açık bir görüntüsünü daha az favori olanları eleyerek sağlamaktadır. Metot özellikle birkaç kriter fakat çok sayıda alternatif içeren karar problemleri için uygundur (Triantaphyllou [48]).

### 3.3.2 Electre Yönteminin Aşamaları

ELECTRE aşağıda gösterilen 7 aşamadan oluşmaktadır (Triantaphyllou [48]).

**Adım 1 - Karar Matrisinin Normalize Edilmesi:** Bu prosedür, karar matrisinin girişlerini boyutsuz karşılaştırılabilir girişlere aşağıdaki denklemi kullanarak dönüştürmektedir.

$$x_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}} \quad (3.30)$$

Bundan dolayı, X normalize matrisi aşağıdaki gibi tanımlanır.

Çizelge 3.3 Normalize X matrisi (Triantaphyllou [48])

X =	$x_{11}$	$x_{12}$	.....	$x_{1n}$
	$x_{21}$	$x_{22}$	.....	$x_{2n}$
	.....	.....	.....	.....
	$x_{m1}$	$x_{m2}$	.....	$x_{mn}$

Burada m alternatif sayısını, n kriter sayısını,  $x_{ij}$  ise i. alternatifin j. kriter için normalize tercih ölçümüdür.

**Adım 2 - Normalize Karar Matrisinin Ağırlıklandırılması:** Bundan sonra X matrisinin her bir sütunu uygun karar kriterlerinin birleştirilmiş önem ağırlıkları ile çarpılır. Bu ağırlıklar ( $w_1, w_2, w_3, w_4, \dots, w_n$ ) şeklinde gösterilir ve karar verici tarafından belirlenir. Bu nedenle ağırlıklandırılmış matris Y ile gösterilir ve  $Y = X.W$  olur.

Çizelge 3.4 W ağırlıklar matrisi (Triantaphyllou [48])

W =	$w_1$	0	.....	0
	0	$w_2$	.....	0
	.....	.....	.....	.....
	0	0	.....	$w_n$

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \text{ ise,}$$

Çizelge 3.5 Ağırlıklandırılmış matris (Triantaphyllou [48])

Y =	$w_{11}^x$	$w_{21}^x$	.....	$w_{n1}^x$
	$w_{12}^x$	$w_{22}^x$	.....	$w_{n2}^x$
	.....	.....	.....	.....
	$w_{1m}^x$	$w_{2m}^x$	.....	$w_{nm}^x$
Y =	$y_{11}$	$y_{12}$	.....	$y_{1n}$
	$y_{21}$	$y_{22}$	.....	$y_{2n}$
	.....	.....	.....	.....
	$y_{m1}$	$y_{m2}$	.....	$y_{mn}$

**Adım 3- Uyumluluk ve Uyumsuzluk Setinin Belirlenmesi:**

$A_k$  ve  $A_l$  şeklinde gösterilen iki alternatifin uyumluluk seti  $C_{kl}$ ;  $m \geq 1$  ve  $l \geq 1$  ise  $A_k$ 'nin  $A_l$ 'ye tercih edildiği bütün kriterlerin seti olarak tanımlanır. Dolayısıyla aşağıdaki gösterim doğru olmaktadır.

$$C_{kl} = \{j, y_{kj} \geq y_{lj}\}, j=1,2,3,\dots,n. \quad (3.31)$$

Tamamlayıcı alt set uyumsuzluk seti olarak tanımlanır ve aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$D_{kl} = \{j, y_{kj} < y_{lj}\}, j=1,2,3,\dots,n. \quad (3.32)$$

**Adım 4 - Uyumluluk ve Uyumsuzluk Matrislerinin Oluşturulması:**

C uyumluluk matrisindeki elemanların göreceli değeri uyumluluk indeksi aracılığıyla hesaplanır. Uyumluluk indeksi  $c_{kl}$  uyumluluk setinin içeriğindeki kriter ile birleştirilmiş ağırlıkların toplamıdır. Dolayısıyla aşağıdaki eşitlik (3.33) gösterimi doğru olmaktadır.

$$c_{kl} = \sum_{j \in C_{kl}} w_j, j = 1,2,3,\dots,n \quad (3.33)$$

Uyumluluk indeksi alternatif  $A_k$ 'nin alternatif  $A_l$ 'ya göre göreceli önemini göstermektedir. Görünüşe göre,  $0 \leq c_{kl} \leq 1$ . Uyumluluk matrisi C aşağıdaki gibi tanımlanır.

Çizelge 3.6 C uyumluluk matrisi (Triantaphyllou [48])

C =	-	$C_{12}$	.....	$C_{1m}$
	$C_{21}$	-	.....	$C_{2m}$
	.....	.....	.....	.....
	$C_{m1}$	$C_{m2}$	.....	-

Burada  $k=1$  olduğu durumda C matrisinin girişi tanımlanamamaktadır. Uyumsuzluk matrisi D,  $A_k$  belirli alternatifinin rakip alternatif  $A_1$ 'den düşüklük derecesini açıklamaktadır. Uyumsuzluk matrisinin  $d_{kl}$  elemanları aşağıdaki gibi tanımlanır.

$$d_{kl} = \frac{\max_{j \in D_{kl}} |y_{kj} - y_{lj}|}{\max_j |y_{kj} - y_{lj}|} \quad (3.34)$$

Uyumsuzluk matrisi ise aşağıdaki gibi tanımlanır.

Çizelge 3.7 D uyumsuzluk matrisi (Triantaphyllou [48])

D=	-	$d_{12}$	.....	$d_{1m}$
	$d_{21}$	-	.....	$d_{2m}$
	.....	.....	.....	.....
	$d_{m1}$	$d_{m2}$	.....	-

C matrisinde olduğu gibi D matrisinde de  $k=1$  durumunda matris girişi tanımlanamamaktadır. Sonuç olarak, burada bir önceki iki  $m \times m$  matrisin (C ve D) simetrik olmadığı belirtilmelidir.

**Adım 5 - Uyumluluk ve Uyumsuzluk Üstünlük Matrislerinin Belirlenmesi :**

Uyumluluk üstünlük matrisi uyumluluk matrisi için bir esik değeri aracılığıyla oluşturulmaktadır. Örneğin; alternatif  $A_k$  alternatif  $A_1$ 'e üstünlük sağlamak için eğer uygun uyumluluk indeksi  $c_{kl}$  en az belirli bir eşik değeri  $\underline{c}$ 'yi geçerse sadece bir ihtimal sahibi olacaktır. Dolayısıyla aşağıdaki gösterim doğru olmaktadır.

$$c_{kl} \geq \underline{c} \quad (3.35)$$

Eşik değeri  $\underline{c}$  ortalama uyumluluk indeksi olarak belirlenebilmektedir. Dolayısıyla aşağıdaki gösterim doğru olmaktadır.

$$\underline{c} = \frac{1}{m(m-1)} \sum_{\substack{ve \\ k=1 \\ k \neq l}}^m \sum_{\substack{ve \\ l=1 \\ l \neq k}}^m c_{kl} \quad (3.36)$$

Eşik değerini temel alan uyumluluk üstünlük matrisi F ‘nin elemanları aşağıdaki gibi belirlenmektedir.

Eğer  $c_{kl} \geq \underline{c}$  ise,  $f_{kl}=1$

Eğer  $c_{kl} < \underline{c}$  ise,  $f_{kl}=0$  (3.37)

Benzer Şekilde, uyumsuzluk üstünlük matrisi G, bir eşik değeri  $\underline{d}$  ‘yi kullanarak tanımlanmaktadır. Bu tanımlama aşağıdaki gibidir.

$$\underline{d} = \frac{d}{m(m-1)} \sum_{\substack{ve \\ k=1 \\ k \neq l}}^m \sum_{\substack{ve \\ l=1 \\ l \neq k}}^m d_{kl} \quad (3.38)$$

ve

Eğer  $d_{kl} \geq \underline{d}$  ise,  $g_{kl}=1$

Eğer  $d_{kl} < \underline{d}$  ise  $g_{kl}=0$  (3.39)

#### ***Adım 6 - Toplam Üstünlük Matrisinin Belirlenmesi:***

Toplam üstünlük matrisinin elemanları aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır.

$$f_{kl} = f_{kl} \times g_{kl} \quad (3.40)$$

#### ***Adım 7 - Daha Az Uygun Alternatiflerin Elenmesi:***

Toplam üstünlük matrisinden alternatiflerin kısmi tercih sırası çıkarılabilir. Eğer  $e_{kl} = 1$  ise, bu hem uyumluluk hem de uyumsuzluk kriterini kullanarak alternatif  $A_k$ ,  $A_l$ ’ye tercih edilir anlamına gelmektedir. Eğer toplam üstünlük matrisinin herhangi bir sütununun en az bir elemanı 1’e eşitse, bu sütun “ELECTRE açısından” uygun sıra aracılığıyla üstündür. Bundan dolayı, herhangi bir kişi kolayca 1’e eşit elemana sahip

sütunu elimine edebilir. Bundan sonra en iyi alternatif bu yolla bütün diğer alternatiflere üstünlük sağlayan alternatiftir.

### **3.3.3 Üstün ve Zayıf Yanları**

ELECTRE diğer yöntemlere göre önemli üstün yanları bulunmaktadır. Kalitatif ve kantitatif verinin karışık olarak değerlendirilmesine olanak tanıyan kuvvetli ve aynı zamanda kolayca uyum sağlayabilen bir yöntemdir. Birçok durumda, baskın olmayan alternatifler alt kümesi verilebilir ve alternatiflerin güçlü ve kesin bir ön sıralamasını vermeyebilir fakat mevcut verilerin kalitesine göre, alternatif seçimi problemi için daha gerçekçi bir çözüm verebilir. Aynı zamanda, diğer yöntemlerin daha yüksek düzeyde zaman ve insan gücü kaynağı gerektiren ayrıntılı veri gereksinimi, bu yöntemlerin planlama aşamasındaki bir mühendislik projesinin değerlendirilmesinde kullanılmalarını engeller. ELECTRE böyle yüksek düzeyde kaynaklara gereksinim duymamaktadır (Serinkaya [50]).

### **3.3.4 Uygulama Alanları**

ELECTRE yöntemi de diğer ÇKKV yöntemleri gibi alternatif grubu arasından en uygun olanının seçilmesi için kullanılmaktadır. Bu nedenle Ekonomi/yönetim problemleri, veri tabanı seçimi, muhasebe ve finans, sermaye yatırımı, karar destek, üretim, pazarlama, planlama, risk analizi, başvuru değerlendirmeleri, grup karar verme, tesis yeri seçimi, kaynak tahsisi, politika/strateji, ulaştırma, silah kontrolü, çatışma analizi, eğitim, çevresel kararlar, sağlık, kamu sektörü, pazar seçimi, bilgisayar ve bilgi seçimi gibi alanlarda kullanılabilir.

### **3.4 Analitik Ağ Prosesi Metodu**

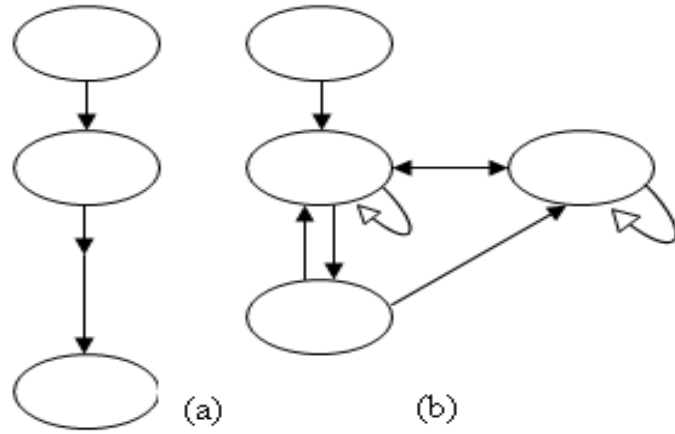
AHP yaklaşımının daha genel bir şekli olan, karar verme ölçütleri ve seçenekleri arasında ve kendi içlerinde geri besleme ve bağımlılığa olanak tanıyan, dolayısıyla karmaşık karar çevrelerinin daha doğru bir şekilde modellenbildiği bir yaklaşım Analitik Ağ Süreci (ANP – Analytic Network Process) olarak adlandırılmıştır.

AAS ilk olarak Thomas L. Saaty tarafından ortaya koyulmuş olup Saaty [51], karar verme problemi kapsamında yer alan ölçütler arası etkileşimleri de dikkate alarak karar vericiler için analitik bir bakış açısı yaratır. AAS yöntemi literatürde proje seçimi Meade ve Presley [52], üretim performansı ölçümü Yurdakul [53], üretim planlama

Chung vd. [54], tedarikçi seçimi Gencer ve Gürpınar [55] gibi birçok karar probleminin çözümü için kullanılmıştır. AAS yöntemi ile, klasik bir karar hiyerarşisi yerine karar problemi için ağ modeli kurulur [56].

Birçok karar sorunu hiyerarşik bir biçimde yapılandırılmaz, çünkü sorunda üst seviyedeki elemanların alt seviyedeki elemanlarla etkileşimleri ve karşılıklı bağımlılıkları söz konusudur. Hiyerarşik düzende olduğu gibi yalnızca kriterlerin önemlerine göre seçeneklerin önemleri belirlenmez, seçeneklerin önemlerine göre kriterlerin önemleri de belirlenebilir (Saaty [51]).

ANP, üst seviyedeki elemanların alt seviyedeki elemanlardan ya da aynı seviyedeki elemanların birbirlerinden bağımsız oldukları varsayımı yapmadan karar verebilmek için oluşturulmuş genel bir yapıdır. ANP, hiyerarşik düzende olduğu gibi seviyelerden oluşan bir yapı yerine karmaşık ilişkileri barındırabilen bir ağ yapısındadır (Saaty [57]).



Şekil 3.3 Bir hiyerarşi(a) ile ağ(b) arasındaki fark (Saaty [51])

ANP'nin en temel özellikleri aşağıdaki gibidir:

1. ANP, AHP üzerine kurulmuştur.
2. ANP bağımlılığı mümkün kılarak AHP'nin ötesine geçer, bununla birlikte bağımsızlığı, yani AHP'yi özel bir durum olarak içerebilir.
3. ANP bir elemanlar kümesinin içindeki bağımlılık (iç bağımlılık) ve farklı elemanlardan oluşan kümelerin arasındaki bağımlılık (dış bağımlılık) ile ilgilidir.
4. ANP'nin ağ yapısı herhangi bir karar sorununun, hiyerarşik yapıda olduğu gibi neyin önce gelip neyin sonra geldiği ile ilgilenilmeden kolaylıkla gösterilmesine olanak verir.

5. ANP, kaynaklar, döngüler ve hedeflerden oluşan doğrusal olmayan bir yapıdadır. Bir hiyerarşi ise en üst seviyede bir amaç ve alt seviyelerdeki seçenekler ile doğrusal bir yapıya sahiptir.

6. ANP sadece elemanlara değil, elemanlardan oluşan grup veya kümeler için de üstünlük belirleyebilir.

7. ANP farklı kategorideki kriterleri değerlendirmek için bir kontrol ağı veya kontrol hiyerarşisi kullanır. Böylece karlar, fırsatlar, maliyetler ve riskler analiz edilebilir. Kontrol elemanları dahil edilmiş ANP yöntemi. İnsan beyninin farklı duylardan gelen verileri birleştirmesi işlemine paraleldir (Saaty [57]).

### 3.4.1 Ağ Yapısı

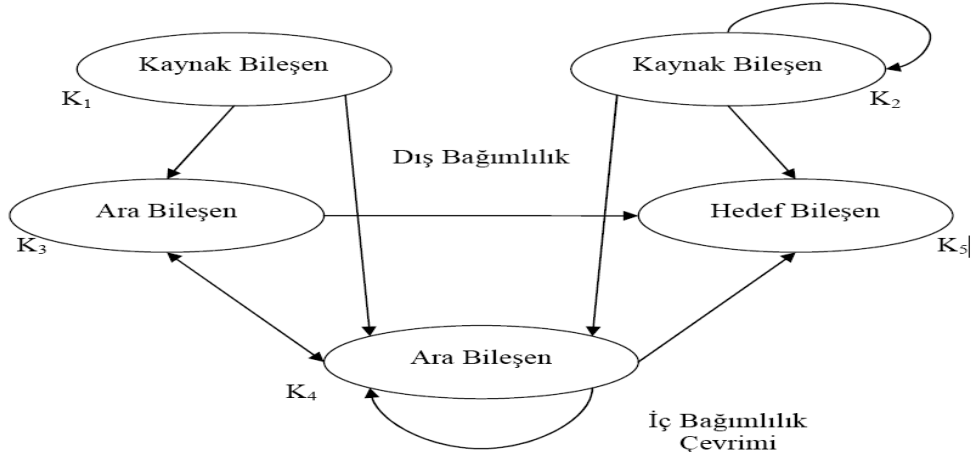
ANP'de karar bileşenlerinin, elemanlarının ve aralarındaki etkileşimleri göstermek üzere bağlantıların belirlenmesi ve bir diyagram ile gösterilmesi gereklidir (Saaty [51]). Bu amaçla çizgeler kullanılmaktadır. Çizge, üstünlüklere dayanan karar sorunlarının yapılandırılmasında kullanılan geometrik yapıdır.

Çizge teorisi terminolojisine göre bir çizge, düğümler denilen kavsak (birleşme) noktalarının bir kümesinden ibarettir. Düğümlerin belirli çiftleri dallar, oklar veya bağlantılar denilen doğrularla birleştirilmiştir. Bir ağ ise dallarında bir çeşit akış olan bir çizge olarak kabul edilir. İki düğüm arasındaki bir zincir, bu iki düğümü birleştiren dalların bir sıralaması veya dizilimidir. Zincir boyunca hareketin yönü de belirlenmiş olursa, buna bir yol denir. Bir çevrim bir düğümü adımların tekrarlamaksızın, yine kendisine birleştiren bir zincirdir. Eğer her düğümler çiftini birleştiren bir zincir var ise böyle bir çizgeye bağlanmış çizge denir. Bir ağaç hiçbir çevrim içermeyen birleştirilmiş bir çizgedir. Çizge teorisinin teoremlerinden birisi,  $n$  düğüme sahip bir çizgenin -eğer bu  $(n-1)$  tane dala sahip, fakat hiçbir çevrime sahip değil ise- bağlanmış olduğunu ifade eder. Eğer herhangi bir dala verilmiş bir yön anlamı varsa, yani bir düğüm kaynak noktası ve diğer bir düğüm de hedef noktası olarak düşünülürse, bir çizgenin böyle bir dağılıma yönlendirilmiş denir.

Yönlendirilmiş çizge bütün dalların yönlendirilmiş olduğu bir çizgedir. Eğer yönlendirilmiş bir çizge aynı zamanda bir ağ ise bir daim yönlendirilmesi, dal boyunca akışın uygun yönüdür. Bir ağdaki bir düğüm, eğer dalların her biri, akış o düğümden uzaklaşacak şekilde bir yönlendirmeye sahip ise bir kaynak olarak adlandırılır. Aynı şekilde eğer dalların her biri kendisine doğru yönlendirilmiş ise böyle bir düğüme de



hedef denir. Aşağıdaki şekilde çizge teorisindeki tanımların görülebileceği, ANP yaklaşımında sorunların modellenmesi için kullanılan genel bir geri besleme ağı gösterilmektedir (Gülten [41]).



Şekil 3.4 Geri besleme ağı (Gülten [41])

Çizge teorisinde düğüm diye adlandırılan birleşme noktaları ANP'de bileşen olarak adlandırılmaktadır. Elemanlar ise bu bileşenleri oluşturan alt unsurlardır. Bir ağ yapısında, şekilde de görülebileceği gibi üç tür bileşenden söz edilebilir (Saaty [57]). Kaynak bileşen denilen ilk tur ağıdaki hiçbir başka eleman tarafından etkilenmeyen, dolayısıyla bu bileşene doğru yönelmiş okların olmadığı bileşenlerdir. Ağ yapısında birden fazla olabilen bu bileşenler amacı veya kriterleri temsil edebilir. İkinci tur bileşenler ara bileşenlerdir. Bunlar hiyerarşik yapıdaki alt kriterleri temsil edebilir. Ağ yapısında ara bileşenlerin etkilendiği ve kendilerinin etkilediği başka bileşenler vardır. Üçüncü tür ise yalnız diğer bileşenler tarafından etkilenen hedef bileşendir. Bu bileşen de hiyerarşik yapıdaki seçenekleri temsil edebilir.

ANP'deki temel kavram "etki"dir. Geri besleme ağındaki okların yönleri bağımlılığı ortaya koyar. Ok yönü etkileyen bileşenden etkilenen bileşene doğrudur. ANP yaklaşımında, bileşenler ve elemanları arasında karşılıklı bağımlılıklar da söz konusu olduğundan, grafiksel gösterim bileşenler arasında iki yönlü oklar içerebilir. Eğer bir bileşenin veya elemanlarının kendi içlerinde bağımlılıkları söz konusu ise bu durum bileşenden çıkan bir okun yine aynı bileşene dönmesi ile gösterilir. Bir geri besleme ağında bileşenler arasında karşılıklı etkileşimler olduğunda bileşenlerin yukarıda anlatıldığı gibi çok net tanımlarla ayrılamayacağına dikkat edilmelidir. Bu tür bir yapı,

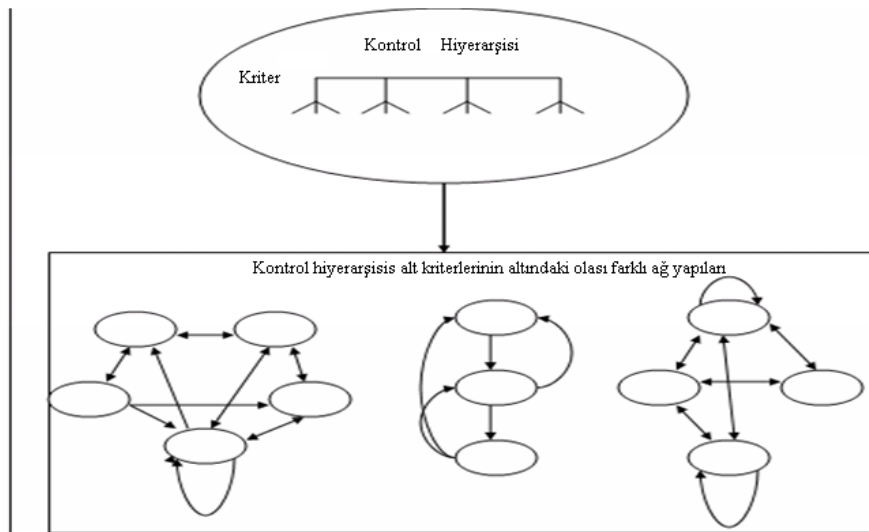
gerçek hayatta karşılaşılabilen, yalnızca amaçtan seçeneklere, yani kaynaktan hedefe doğru tek yönlü bir akışın olmadığı sorunlarla örtüşmektedir (Gülten [41]).

Yapılandırma sürecinde gerek ağ yapılan gerekse hiyerarşik yapılar için önemli olan bir konu oluşturulan kümelerdeki veya seviyelerdeki elemanların sayısının, Miller'in teoremine dayanarak beş ila dokuz arasında olmasıdır (Saaty [51]). Hiyerarşilerde aynı seviyedeki elemanların ve ağ yapılarında aynı kümedeki elemanların mümkün olduğunca homojen olması, yani aralarındaki farkların çok büyük olmaması dikkat edilmesi gereken diğer bir konudur. Elemanlar arasındaki fark büyükse bunlar farklı seviyelere ya da kümelere yerleştirilmelidir. Örneğin iki isin zorluk dereceleri birbirinden asın derecede farklıysa bunlar aynı seviyede ya da kümede olmamalıdır (Gülten [41]).

ANP'de sorun yapılandırma aşamasında kullanılan diğer bir araç da kontrol hiyerarşisidir. Kontrol hiyerarşisi, üzerinde çalışılan sistemin amacına yönelik üstünlüklerin türetildiği, kriterler ve alt kriterlerden oluşan bir hiyerarşidir (Saaty [57]).

Kontrol hiyerarşileri, incelenen karar sorununun temel unsurlarının ötesindeki faktörlerin karara katılmasını sağlar.

Bir kontrol hiyerarşisi aşağıdaki şekilde de görülebileceği üzere amaç, kriterler ve alt kriterlerden oluşan hiyerarşik bir yapıdır. Kontrol hiyerarşisindeki amaç, kriterler ve alt kriterler karar sorununun kontrol unsurları olarak nitelendirilmektedir. Kontrol hiyerarşisinin bir başka şekli kontrol kriterlerinin birbirlerine bağımlı olabildiği kontrol ağı yapısıdır.



Şekil 3.5 Kontrol hiyerarşisi (Saaty [51])

### 3.4.2 AHP ve ANP'de Problemlerin Yapıları

AHP ve ANP'de bir karar sorununun gösteriminde ayrıntılı yapıların kullanılması önemlidir (Saaty [58]). Verilen kararın geçerliliği, kullanılan çözüm yöntemine bağlı olduğu kadar oluşturulan yapının ve yapıdaki ilişkilerin zenginliğine ve doğruluğuna da bağlıdır. AHP' de sorunlar hiyerarşik biçimde, ANP'de ise bölüm ağ biçiminde yapılandırılırlar.

Hiyerarşik şekilde yapılandırılabilen bir sorunu oluşturan unsurlar amaç, kriter, alt kriter ve seçenekler olarak adlandırılmış, ağ şeklinde yapılandırılabilen bir sorunu oluşturan unsurlar ise bileşenler (components) ve elemanlar (elements) şeklinde adlandırılmıştır.

Genel olarak, hiyerarşiler karşılaştırılan elemanlar arasında bir varlıktan (amaçtan) en çok paya sahip olan elemanın belirlenmesi için varlığın dağılımıyla ilgilidir. Bir ağ ise, belirli bir varlığa göre elemanların başka elemanlar üzerindeki etkilerinin dağılımıyla ilgilidir (Gülten [41]).

### 3.4.3 ANP'de Sorunun Çözümü

Geri beslemeli bir sistemde bileşenlerin üstünlüklerinin sentezlenmesi dikkat isteyen bir süreçtir. Bir ağ yapısında hiyerarşik yapıda olduğu gibi üstünlüklerin sırayla en alt seviyeden en üst seviyeye kadar çarpılması mümkün değildir. Sistemin elemanları çok sayıda farklı elemanla etkileşim halinde olabilirler. Dolayısıyla bir elemanın ilişkili olduğu diğer elemanlar hiyerarşilerde olduğu gibi tek bir yol üzerinde olmayabilir.

ANP'de bir elemanın üstünlüğünün anlamlı olabilmesi için, söz konusu elemanın bağımlı olduğu veya etkilediği tüm elemanların ve ağ üzerinde etkilenen elemanlara varan, etkileyen elemanlardan da ayrılan tüm olası yolların hesaplamaya dahil edilmesi gerekmektedir. Örneğin ağ yapısında bir çevrim üzerindeki bir elemanın üstünlüğü çevrimi bir kez, iki kez veya daha çok kez dolaylayarak hesaplanmak durumunda olabilir.

Geri beslemeli sistemlerde üstünlük belirlemede bileşenler ve elemanlar arasındaki tüm etkileşimlerin hesaplamaya dahil edilebilmesi için süper matris yöntemi geliştirilmiştir (Saaty [51]). Süper matris genel olarak ağ yapısında mümkün olan tüm ikili karşılaştırmalar sonucu elde edilmiş olan üstünlük vektörlerinden oluşan bir kare matristir.  $C_N$ 'ler ağ yapısındaki bileşenler,  $e_{N_n}$  'ler bileşenlerin elemanları ve  $W_{ij}$ 'ler

üstünlük vektörlerinden oluşan ve blok diye adlandırılan matrisler olmak üzere bir süper matris aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.  $W_{ij}$  blok değerleri Şekil 3.7’de görülmektedir. Bir ağ yapısında tüm elemanların diğer bileşenlerdeki ve buldukları bileşenlerdeki tüm elemanlarla etkileşim halinde olmaları gibi bir durum söz konusu olmadığında, süper matriste elemanlar arasında herhangi bir etkileşimin olmadığı yerlere sıfır değeri verilmektedir. Bir karar sorununun yapılandırılmasında kontrol hiyerarşisi de kullanılmışsa kontrol hiyerarşisindeki her bir kontrol kriteri için ayrı süper matrisler düzenlenmelidir.

$$W = \begin{matrix} & & \begin{matrix} C_1 & C_2 & \dots & C_N \end{matrix} \\ & & \begin{matrix} e_{11}e_{12} \dots e_{1n1} & e_{21}e_{22} \dots e_{2n2} & & e_{N1}e_{N2} \dots e_{NnN} \end{matrix} \\ \begin{matrix} C_1 \\ \vdots \\ C_2 \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ C_N \\ \vdots \end{matrix} & \begin{pmatrix} \begin{matrix} e_{11} \\ e_{12} \\ \vdots \\ e_{1n1} \end{matrix} & \begin{matrix} W_{11} & W_{12} & \dots & W_{1N} \end{matrix} \\ \begin{matrix} e_{21} \\ e_{22} \\ \vdots \\ e_{2n2} \end{matrix} & \begin{matrix} W_{21} & W_{22} & \dots & W_{2N} \end{matrix} \\ \vdots & \vdots \\ \begin{matrix} e_{N1} \\ e_{N2} \\ \vdots \\ e_{NnN} \end{matrix} & \begin{matrix} W_{N1} & W_{N2} & \dots & W_{NN} \end{matrix} \end{pmatrix} \end{matrix}$$

Şekil 3.6 Supermatris (Saaty [51])

$$W_{ij} = \begin{pmatrix} (j) & (j) & \dots & (j) \\ W_{1j} & W_{1j} & \dots & W_{1j} \\ (j) & (j) & \dots & (j) \\ W_{2j} & W_{2j} & \dots & W_{2j} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ (j) & (j) & \dots & (j) \\ W_{nj} & W_{nj} & \dots & W_{nj} \end{pmatrix}$$

Şekil 3.7  $W_{ij}$  blok matrisi (Saaty [51])

Oluşturulmuş olan bir süper matris üzerinde çözüme yönelik işlemlerin yapılabilmesi için matrisin stokastik olma zorunluluğu vardır (Saaty [51]).

Negatif olmayan bir kare matriste her bir sütunun toplamı 1'e eşitse böyle bir matrise sütun stokastik veya kısaca stokastik matris denir. Bir bileşendeki elemanların birbirleriyle ve başka bileşenlerdeki elemanlarla karşılaştırılmaları sonucunda ortaya çıkan özvektör değerleri süper matrise yerleştirildiğinde elde edilen matris stokastik olmayabilir. Bu durumda süper matrisin ağırlıklandırılması yoluyla sütun toplamlarının 1'e eşit olması sağlanmalıdır. Bunun için elemanların değil de bileşenlerin birbirlerine veya varsa kontrol kriterlerine göre ikililer halinde karşılaştırılmaları gereklidir. Bileşenlerin karşılaştırılmaları sonucu türetilen üstünlük değerlerinden her biri süper matriste kendilerine karşılık gelen bloktaki tüm değerlerle çarpılır. Elde edilen yeni matrise ağırlıklandırılmış süper matris denir.

ANP'de bu asamadan sonra amaçlanan her bir elemanın diğer elemanlarla olan etkileşimini yansıtan sınır üstünlüklerin türetilmesidir. Bir  $W$  süper matrisinde elemanların sınır üstünlüklerinin, yani sınır matrisin bulunması genel olarak  $W_{\infty}$  ile gösterilmektedir. Bu gösterim gerek süper matrisin doğrudan kuvvetlerini alarak gerekse başka şekillerde sınır üstünlüklerin bulunmasını ifade eder. Sınır üstünlüklerin bulunması ile ilgili olarak incelenmesi gereken konular öz değer ve öz vektör, negatif olmayan matrislerle ifade edilen sistemlerin tanımlanması ve stokastik matrisler ile Markov zincirleridir.

Negatif olmayan bir matrisin her zaman  $\lambda_{\max}$  gibi pozitif ve basit bir temel öz değeri bulunmaktadır.  $\lambda_{\max}$  bir matrisin satır toplamlarının maksimumu ile minimumu, aynı zamanda sütun toplamlarının da maksimumu ile minimumu arasındaki bir değerdir. Süper matris stokastik bir matris olduğundan tüm sütun toplamları 1'e eşittir. Bu durumda süper matrisin en büyük öz değeri olan  $\lambda_{\max}$  da 1'e eşittir. Sınır üstünlüklerin belirlenmesinde öz değerle ilgili önemli olan nokta  $\lambda_{\max} = 1$ 'in basit veya katlı bir kök olmasıdır. Buna bağlı olarak sınır üstünlükler farklı şekilde hesaplanmaktadır.  $\lambda_{\max}$ 'ın ne tür bir kök olduğu genel olarak,  $A$  bir kare matris ve  $I$  birim matris olmak üzere  $|\lambda I - A| = 0$  determinantının çözülmesiyle ortaya çıkarılmaktadır. Bu determinant  $\lambda$ 'nın  $n$ . Dereceden polinomunu vermektedir. Temel bir teorem  $n$ . dereceden bir polinomun birbirlerinden farklı olma koşulu olmayan  $n$  tane kokunun olduğunu ortaya koymaktadır. Bir kare matris,  $A_1$  ve  $A_3$  kare matrisler ve 0 sıfır matris olmak üzere

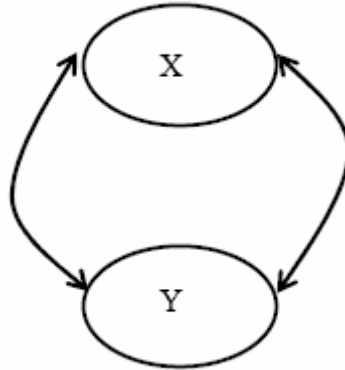
aşağıdaki yapıya dönüştürülemezse indirgenemez bir matristir. Aksi durumda indirgenebilir bir matristir.

$$\begin{bmatrix} A_1 & A_3 \\ A_2 & 0 \end{bmatrix} \quad (3.41)$$

Negatif olmayan indirgenemez bir A matrisi,  $A_k > 0$  olacak şekilde bir  $k \geq 1$  tamsayısı varsa primitif bir matristir. Bir çevrim, başlangıç noktasında son bulan, ikili karşılaştırmalardan oluşan bir yoldur.

Sınır matrisin neden her W süper matrisinin yeterli derecedeki kuvvetlerinin alınarak bulunamayacağı aşağıda yapılan gösterilmekte olan basit iki örnekle anlaşılabilir. Aşağıdaki şekildeki gibi karşılıklı etkileşimin söz konusu olduğu bir yapının matrisi aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \quad (3.42)$$



Şekil 3.8 Örnek bir yapı

A matrisinin kuvvetleri alındığında yapının bir çevrim içermesinden dolayı tek bir sınır matrisin elde edilemeyeceği aşağıdaki matrislerde görülmektedir.

$$A^2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} \quad A^3 = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \quad A^{2k} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \quad A^{3k+1} = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \quad (3.43)$$

Şekil 3.13b'de diğer şekilden farklı olarak X bileşeni bir iç çevrime sahiptir. Bu yapıya ait A matrisi aşağıda gösterilmektedir. A matrisinin kuvvetleri alındığında farklı

sonuçlarla karşılaştığı ve  $A_k$  gibi  $A$ 'nın yeterince büyük bir kuvveti alındığında tek bir sınır matrise ulaşılacağı görülmektedir.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} A^2 = \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} A^3 = \begin{bmatrix} 3 & 2 \\ 2 & 1 \end{bmatrix} A^4 = \begin{bmatrix} 5 & 3 \\ 3 & 2 \end{bmatrix} \quad (3.44)$$

Yukarıdaki örneklerden de anlaşılacağı üzere farklı yapılardan oluşturulmuş olan Süper matrislerin sınır matrisleri aynı yöntemle bulunamamaktadır.  $W_\infty$  sınır matrisinin bulunmasında ilk ayırım matrisin indirgenebilir ya da indirgenemez oluşudur. İndirgenemez bir matriste  $\lambda_{\max} = 1$  öz değeri daima basit bir kottur, indirgenebilir bir matriste ise  $\lambda_{\max} = 1$  öz değeri basit veya katlı bir kok olabilir. Bir matris indirgenemez ve primitif ise sınır matris, süper matrisin yeterli bir kuvvetinin alınmasıyla bulunabilir. Bir matris indirgenemezse ve primitif değilse ve bunun sonucunda bir çevrime sahipse, çevrim indeksi demlen ve bağlanmış bir çizgedeki tüm çevrimleri belirten "c" değerine göre sınır matris hesaplanmaktadır, indirgenebilir bir matris bir çevrime sahipse sınır matris,  $\lambda_{\max} = 1$  öz değerinin basit veya katlı bir kok olmasına bağlı olmaksızın indirgenemez matristeki gibi bulunmaktadır (Gülten [41]).

### 3.5 Vikor Metodu

VIKOR (Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje), uzlaşık bir sıralama belirlemeyi ve belirtilen ağırlıklar altında uzlaşık çözüme ulaşmayı sağlayan bir yöntemdir. Birbiri ile çelişen kriterler altında alternatiflerin sıralamasını belirleyerek en uygununun seçilmesini içerir. VIKOR yöntemi, ideal çözüme yakınlığa dayanan çok kriterli sıralama indeksini ele alır. Birbiri ile çelişen kriterler içeren problemler için uzlaşık çözüm, karar vericilere karara ulaşmada yardımcı olur. VIKOR yöntemi ilk kez Opricovic ve Tzeng [59] tarafından karmaşık sistemlerin çok kriterli optimizasyonu için önerilmiştir.

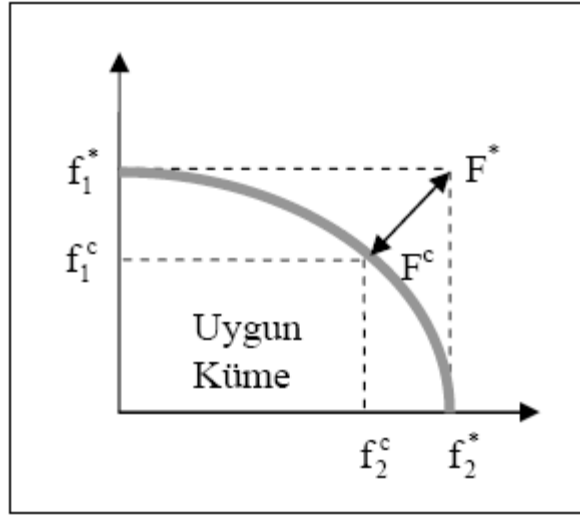
Çok kriterli ölçüm için uzlaşık sıralamanın temelini, uzlaşık programlamada toplama fonksiyonu olarak kullanılan  $L_p$  ölçütü oluşturur (Yu [60]).  $J$  tane alternatifin  $a_1, a_2, \dots, a_j$  şeklinde ifade edilmesi durumunda  $a_j$  alternatifinin  $i$  kriterine göre değerlendirme sonucu  $f_{ij}$  olarak ifade edilir. VIKOR yönteminin temelini  $L_p$  ölçütünün aşağıdaki şekli oluşturmaktadır:

$$L_{pj} = \left\{ \sum_{i=1}^n \left[ v_i (f_i^* - f_{ij})^p + (f_i^* - f_i^-)^p \right] \right\}^{1/p} \quad 1 \leq p \leq \infty ; j = 1, 2, \dots, J \quad (3.45)$$

Eşitlik (3.45)'de n kriter sayısını göstermektedir.

VIKOR yönteminde  $L_{ij}$  ve  $L_{\infty j}$  sıralama ölçütünü oluşturmakta kullanılır. Maksimum grup faydasını  $\min_j R_j$ 'den elde edilen sonuç ve karşıt görüştekilerin minimum kişisel pişmanlığını  $\min_j R_j$ 'den elde edilen sonuç gösterir. VIKOR yönteminde verilen alternatif kümesi için bir sıralamaya ulaşılır. Bu alternatif kümesine bir alternatifin eklenmesi ya da çıkarılması sonucu etkileyecektir. Uzlaşık çözüm  $F^c$ , ideal çözüme  $F^*$ 'a en yakın uygun çözümdür. Uzlaşık terimi, anlaşmanın karşılıklı kabulü anlamına gelmektedir ve Şekil 3.14'de de görüldüğü gibi eşitlik (3.46) ile belirtilmektedir (Opricovic ve Tzeng [59]).

$$\Delta f_1 = f_1^* - f_1^c \quad \text{ve} \quad \Delta f_2 = f_2^* - f_2^c \quad (3.46)$$



Şekil 3.9 İdeal ve uzlaşık çözümler (Ertuğrul ve Karakaşoğlu [11])

Vikor yönteminin adımları aşağıdaki şekilde özetlenebilir.

1. **Adım:** Her kriter için en iyi ( $f_i^*$ ) ve en kötü ( $f_i^-$ ) değerler belirlenir. Eğer kriter i fayda kriteri ise;

$$f_i^* = \max_j f_{ij} \quad f_i^- = \min_j f_{ij} \quad i=1,2,\dots,n \quad (3.47)$$



**2. Adım :**  $S_j$  ve  $R_j$  değerleri  $j= 1,2,\dots,J$  için hesaplanır.  $S_j$  ve  $R_j$  değerleri,  $j$ . alternatif için ortalama ve en kötü grup skorlarını gösterir.

$$S_j = \sum_{i=1}^n w_i \left[ \frac{f_{ij}^* - f_{ij}^-}{f_i^* - f_i^-} \right] \quad (3.48)$$

$$R_j = \max_i \left[ \frac{f_{ij}^* - f_{ij}^-}{f_i^* - f_i^-} \right] \quad (3.49)$$

Eşitlik (3.48) ve (3.49)'da belirtilen  $w_i$ , görece önemleri gösteren kriter ağırlıklarını ifade etmektedir. Ağırlıklar toplamı 1'e eşit olacaktır.

**3. Adım :**  $Q_j$  değerleri tüm  $j= 1,2,\dots,J$  için belirlenir.

$$Q_j = v \left[ \frac{S_j - S^*}{S^- - S^*} \right] + (1-v) \left[ \frac{R_j - R^*}{R^- - R^*} \right] \quad (3.50)$$

Burada  $S^* = \min S_j$ ,  $S^- = \max S_j$ ,  $R^* = \min R_j$ ,  $R^- = \max R_j$  ve 'v' değeri kriterlerinin çoğunluğunun ağırlığını (maksimum grup faydasını) göstermektedir. Başka bir deyişle 'v' değeri maksimum grup faydasını sağlayan strateji için ağırlığı ifade ederken, (1-v) karşıt görüştekilerin minimum pişmanlığının ağırlığını ifade etmektedir. (Opricovic ve Tzeng [61]). Uzlaşma, "çoğunluk oyu" ( $v > 0,5$ ) ile, "konsensus" ( $v = 0,5$ ) ile veya "veto" ( $v < 0,5$ ) ile sağlanabilir.

**4. Adım:** S, R ve Q değerleri küçükten büyüğe doğru sıralanarak alternatifler arasındaki sıralama belirlenir. Sonuçlar, üç sıralama listesi oluşturur.

**5. Adım:** Eğer aşağıdaki iki koşul sağlanırsa, en iyiyi Q (minimum) değerlerine göre sıralayan alternatif a'uzlaştırıcı çözüm olarak önerilir.

***C<sub>1</sub> Kabul edilebilir avantaj***

$$Q(a'') - Q(a') \geq DQ \quad (3.51)$$

Eşitlik (3.51)'deki a'' değeri, Q değerine göre sıralamada ikinci sırayı alan alternatiftir.

$$DQ = 1/(J-1) \quad (3.52)$$

Eşitlik (3.52)'deki J, alternatif sayısını gösterir.

***C<sub>2</sub> Karar vermede kabul edilebilir istikrar***

Ayrıca alternatif a', S ve/veya R değerlerine göre sıralanan en iyi alternatiftir. Bu uzlaşık çözüm karar verme sürecinde istikrarlıdır. Eğer bu iki durumdan bir tanesi sağlanmazsa uzlaşık çözüm kümesi şu şekilde önerilir:

- Eğer  $C_2$  durumu sağlanmıyorsa  $a'$  ve  $a''$  alternatifleri
- Eğer  $C_1$  durumu sağlanmıyorsa  $a', a'', \dots, a^{(M)}$  alternatifleri ve değeri maksimum  $M$  için  $Q(a^{(M)}) - Q(a') < DQ$  belirlenir.
- $Q$  değerlerine göre sıralanan en iyi alternatif, minimum  $Q$  değerine sahip alternatiflerden biridir (Opricovic ve Tzeng [59]).

VIKOR yöntemi, karar vericinin sistem tasarlanırken başlangıçta tercihlerini tam olarak belirtmemesi durumunda, çok kriterli karar vermede etkin bir araçtır. Elde edilen uzlaşık çözüm, çoğunluk için maksimum grup faydasını ve karşıt görüştekiler için minimum pişmanlığı sağlayacağından karar verici tarafından kabul görecektir (Opricovic ve Tzeng [61]).

Çok kriterli karar verme problemlerinin VIKOR yöntemi ile ele alınabilmesi için aşağıda belirtilen genel özellikleri taşımaları gerekmektedir:

- Fikir ayrılıklarının çözüme ulaştırılmasında uzlaşma kabul edilebilir olmalıdır.
- Karar verici, ideal çözüme en yakın çözümü kabul etmeye istekli olmalıdır.
- Karar verici için fayda ile her kriter fonksiyonu arasında doğrusal bir ilişki olmalıdır.
- Alternatifler, belirtilen tüm kriterler için değerlendirilmelidir.
- Karar vericinin tercihleri ağırlıklar ile ifade edilir.
- VIKOR yöntemi, karar vericinin etkileşimli katılımı olmadan başlar fakat karar verici nihai çözümü onaylamaktan sorumludur. Karar verici, bu nihai çözüme kendi tercihlerini de dahil edebilir (Opricovic ve Tzeng [61]).

### BULANIK MANTIK VE BULANIK KÜMELER TEORİSİ

#### 4.1 Bulanık Mantık

Bulanık mantık, ilk olarak Dr.Lütfi Askerzade Zadeh 'in 1965 yılında yayınladığı "Bulanık Kümeler" başlıklı çalışmasıyla literatüre geçmiştir. Bu makale kesin olmayan sınırlara sahip nesnelere oluşturduğu bulanık küme teorisini ortaya koymaktadır (Zadeh [62]).

Bulanık mantık özellikle anlaşılması güç ve yoruma dayanan çok karmaşık, bilginin yeterli olmadığı durumlarda, insan muhakemesine, algılamasına veya karar verme olgusuna dayanan süreçlerde faydalı olduğu bilinmektedir. Klasik mantığın (iki değerli mantığın) dayandığı temel varsayım "her önerme ya doğrudur ya da yanlıştır", Aristo'dan bu yana tartışılmaktadır. Aristo, "Yorum Üzerine" isimli eserinde geleceğe bağlı konuların doğruluk durumlarını tartışmaktadır. Buna göre gelecek olaylar hakkındaki önermeler, ne gerçekten doğrudur ne de gerçekten yanlıştır. Fakat her iki durumunda bir miktar gerçekleşmesi mümkündür. Bundan dolayı bu önermelerin doğruluk değerleri en azından olay gerçekleşinceye kadar belirsizdir (Klir ve Folger [63]).

Günümüzde ise doğruluk durumları tartışılan önermelerin gelecek olaylarla sınırlı olmadığı anlaşılmıştır. Klasik mantığın tersine üçgensel mantıkta belirli önermelerin doğruluk değerleri, doğru, yanlış ve belirsiz olmak üzere sırasıyla "1", "0" ve "sıfırla bir arasında" değerler alabilmektedir. Üçgensel mantığın en iyi bilinen beş ismi, Lukasiewicz, Bochvar, Kleene, Heyting ve Reichenbach'tır. Üçgensel mantık anlamlı ve faydalı bulunduğu, 1930'larda n değerli mantık geliştirilmiştir. n değerli mantığı,

üçgensel mantığın genelleştirmesini yaparak ilk defa öneren ise Lukasiewicz olmuştur. n değerli mantığın doğruluk değerlerine ait  $T_n$  kümesi,

$$T_n \{ 0=0/n-1, 1/n-1, 2/n-1, n-2/n-1, n-1/n-1=1 \}$$

ile verilmektedir. Çok değerli mantığın bulanık küme teorisinde karşılıkları vardır.

Bulanık mantık, çok değerli mantığın genişletilmesiyle elde edilmiştir. Temel araç olarak bulanık küme teorisini kullanmaktadır. Amacı, kesin olmayan önermelerin takribi muhakemesi için esaslar ortaya koymaktır. Bulanık mantık bulanık ifadelerin (pahalı, eski, nadir, tehlikeli, bol, uzun, genellikle vb.), bulanık sayısal ifadelerin (çok, az, hemen hemen hepsi, genellikle vb), bulanık doğruluk değerlerinin (oldukça doğru, çok doğru, az doğru, çoğunlukla yanlış, vb.) ve bulanık niteleyicilerin (muhtemelen, hemen hemen imkansız vb.) bulanık değerlerle sayısal olarak ölçülmesine imkan tanımaktadır (Kahraman [64]).

Bulanık mantık teorisi, Aristo mantığının siyah beyaz ikilemine karşılık, Zadeh'in grinin çeşitli derecelerinin varlığını bilimsel olarak ifade etmesidir. İsmine aksine Bulanık Mantık belirsiz ifadelerle yapılan belirsiz işlemler değildir ve gelişmiş bir olasılık hesaplama yöntemi de değildir. Modelleme aşamasında değişkenler ve kuralların esnek belirlenmesidir ve bu esneklik rasgelelik ya da belirsizlik içermemektedir (Mercan [65]).

İnsan doğasında her zaman çoklu ve kesin olmayan bulanık mantık bulunmaktadır. Bir konuda %100 emin olmak neredeyse imkansızdır. Çoklu mantığın bir özelliği de nesnel olmayıp kişisel (subjektif) olmasıdır (Şen [66]).

## 4.2 Bulanık Kümeler Teorisi

Bulanık küme, küme'ye aitlik derecesi üyelik değeri ile tanımlanmış olan kümeyi ifade eder. Bulanık küme kavramı, Zadeh'in, klasik sistem kuramının matematiksel yöntemlerinin gerçek dünyadaki pek çok sistemle, özellikle insanları içeren kısmen karmaşık sistemlerle, uğraşırken yetersiz kalmasından hoşnut kalmayıp doğdu.

Örneğin, "hava sıcak" dendiğinde herkes hava kelimesinin günlük hayattaki kullanımını anlamaktadır. Ancak "sıcak" kelimesinin ifade ettiği anlam göreceli (izafi) olarak birbirinden farklı olabilir. Kutuplarda bulunan bir kişinin sıcak için 15 °C'yi algılamasına karşılık, ekvator civarındaki bir kişi için bu 35° C'yi bulabilir. Böylece "sıcak" kelimesinin altında, insanların da ima ettiği sayısal anlayışın bir sonucu olarak

belirsiz bir durum bulunmaktadır. Bu belirsizliktir ve bu şekilde kelimelerin im ettikleri belirsizliklere bulanıklık (fuzziness) denir (Şen [66]).

Klasik kümelerde bir öğeden diğerine geçiş keskin ve aniden değişen üyelik dereceleri sayesinde olmaktadır. Ancak, bulanık kümelerde bu geçiş yumuşak ve sürekli bir şekilde olmaktadır.

Klasik kümelerde bir öğenin kümeye ait olması için üyelik derecesinin mutlaka 1'e eşit olması gerekirken, bulanık kümede neredeyse bütün öğelerin değişik derecelerle kümeye ait olmaları mümkündür.

Ayrıca, bir bulanık küme öğesi aynı değişken özelliğine sahip olmak üzere başka bir kümenin de öğesi olabilir. Aristo'ya göre insanlar boy bakımından ya uzundur ya değildir. Zadeh'e göre ise uzun boyluluğun değişik dereceleri vardır. Bir tanesi gerçek uzun boylu olarak alınırsa bunun altındaki ve üstündeki değerler, uzun boyluluğa ait olma derecesi biraz daha az olmakla beraber yine de uzun boylular kümesine girmektedir.

Klasik küme kavramında, bir X kümesindeki A alt kümesi, kendisine ait karakteristik fonksiyonu  $\mu_A$  ile gösterilir. Karakteristik fonksiyon, X'in elemanlarını  $\{0,1\}$  kümesine dönüştürür.

$\mu_A \rightarrow \{0,1\}$  Bu dönüşüm, X'in her elemanı için bir sıralı ikili kümesiyle ifade edilmektedir (Yeşil [67]).

"X, A'nın içindedir" şeklindeki bir önermenin doğruluğu,  $(x, \mu_A(x))$  sıralı ikilisiyle belirlenmektedir. Eğer sıralı ikilinin ikinci elemanı 1 ise önerme doğru, 0 ise önerme yanlıştır. X kümesinin bir alt kümesi olan A bulanık kümesi, sıralı ikililer kümesi ile ifade edilebilir. Bu sıralı ikilinin ilk elemanı, X'in bir elemanı iken, ikinci elemanı ise  $[0,1]$  aralığında bir değerdir. X'in her elemanı ile  $[0,1]$  aralığı arasında bir dönüşüm  $\mu_A$  olarak tanımlanır.  $\mu_A$  dönüşümü genellikle A'nın üyelik fonksiyonu olarak tanımlanır.

Bulanık kümedeki yatay eksendeki gerçek sayıların her biri, dikey ekseninde 0 ile 1 arasında değişen üyelik derecelerine dönüştürülmektedir. Böylece yatay eksenindeki bir gerçek sayı x ile gösterilirse bunun üyelik derecesi de  $\mu_A(x)$  ile gösterilmektedir.  $0 \leq \mu(x) \leq 1$  olduğu anlaşılmaktadır.

### 4.3 Bulanık Sayılar

Bazı sayısal büyüklükler insanlar tarafından hassas bir şekilde tanımlanamazlar. Bulanık sayılar bu tür kesin olmayan sayısal büyüklüklerin ifade edilmesinde kullanılmaktadır. Örneğin “60 civarında”, “1’e yakın”, “2000’den küçük” gibi ifadeler bulanık sayılara birer örnektir. Bulanık alt kümeler teorisi kullanılarak bu bulanık sayılar gerçek sayılar kümesinin bir bulanık alt kümesi olarak tanımlanabilmektedir.

Bulanık bir A sayısı en azından aşağıdaki üç koşulu sağlamalıdır:

- \* A normal bir bulanık küme olmalıdır.
- \* A dışbükey bir bulanık küme olmalıdır.
- \* A'nın desteği,  ${}^{0+}_A$ , sınırlı olmalıdır.

Herhangi bir  $M=\{x, \mu_M(x)\}$  alt kümesi, burada x reel sayılar kümesinde,  $\mu_M(x)$ 'te  $[0,1]$  aralığında değerler alır. Üyelik fonksiyonu M'nin belirli bir x sayısını alma doğruluk derecesini belirtmektedir. İki bulanık sayı yalnız üyelik fonksiyonları eşit ise eşittir (Chen ve Hwang [68]).

Genel olarak, uygulamalarda kullanılan üçgen ve yamuk olmak üzere, iki tane bulanık sayı söz konusudur.  $\tilde{A}$  bulanık kümesi ile gösterilen bir üçgen bulanık sayının matematik ifadesi aşağıdaki şekilde verilir:

$$\tilde{u}_A(x) = \tilde{u}_A(x;a,b,c) = \begin{cases} a \leq x \leq b \Rightarrow ise(x-a)/(b-a) \\ b \leq x \leq c \Rightarrow ise(c-x)/(c-b) \\ x > c \text{ veya } x < a \Rightarrow ise \quad 0 \end{cases} \quad (4.1)$$

a ve c bulanık küme desteğinin, sırasıyla alt ve üst sınır değerlerini, b ise tam üyelikli tek sayıyı gösterir. Benzer olarak yamuk ise bu defa a,b,c ve d olmak üzere, dört tane sayı ile temsil edilir. Yamuk sayıların matematiksel gösterimi ise üçgen sayıya benzer olarak aşağıdaki gibidir.

$$\tilde{u}_A(x) = \tilde{u}_A(x;a,b,c,d) = \begin{cases} a \leq x < b \Rightarrow ise(x-a)/(b-a) \\ b \leq x < c \Rightarrow ise \quad 1 \\ c < x \leq d \Rightarrow ise(d-x)/(d-c) \\ x > d \text{ veya } x < a \Rightarrow ise \quad 0 \end{cases} \quad (4.2)$$

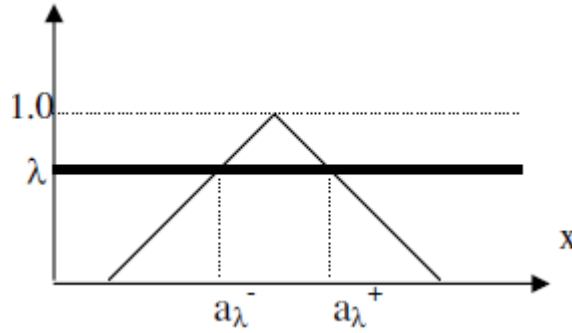
Bulanık sayıların aritmetik işlemlerinde kullanılmak üzere, bunların belirli 1 seviyesinden kesimleri üzerinde durulacaktır.  $\lambda=1$  olduğunda sayı gerçek sayıya,  $\lambda=0$

olması ise tam bulanık, yani aralık sayıya dönüşür.  $0 < \lambda < 1$  olması durumunda aynı bulanık sayının  $\lambda$  seviyesinde kesik bulanık alt kümesi düşünülecektir. Bir  $\tilde{A}$  bulanık alt kümesinin  $\lambda$  seviyesinde kesilmesi ile ortaya çıkan kesik bulanık küme ;

$$\tilde{A}_\lambda = \{x \in \tilde{A} \mid \tilde{\mu}_A(x) \geq \lambda\} \quad (4.3)$$

Şeklinde ifade edilir.

$$\tilde{\mu}(x; a, b, c)$$



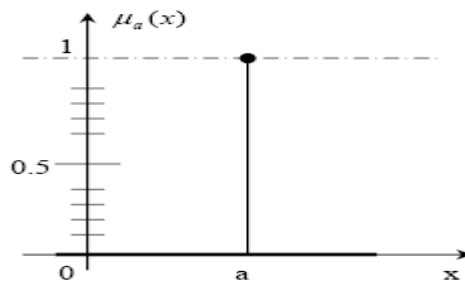
Şekil 4.1 Bulanık sayı kesim seviyeleri (Şen [66])

Bir bulanık alt kümenin  $\lambda$  seviyesinde kesilmesi ile ortaya çıkan kesilmiş bulanık kümenin  $a_\lambda^+$  ve  $a_\lambda^-$  gibi, bir alt bir de üst sınır değerleri elde edilir.

#### 4.4 Güven Aralıkları

Şekil 4.2  $a \in \mathbb{R}$  olacak şekilde bir adi  $a$  sayısını göstermektedir.

$$\mu_a(x) = \begin{cases} 1, & x = a \\ 0, & x \neq a \end{cases} \quad (4.4)$$

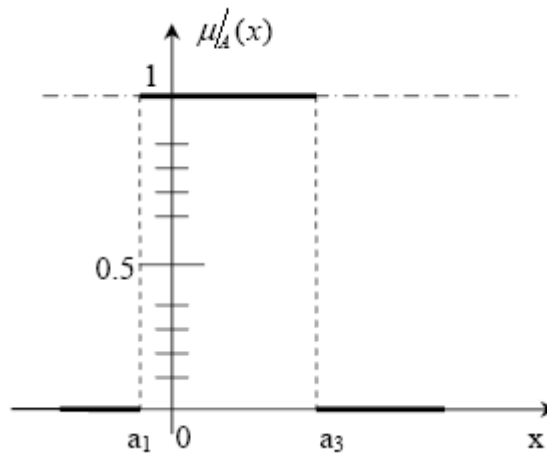


Şekil 4.2 Adi bir  $a$  sayısı (Üzgün [69])

Şekil 4.3’de gösterildiği gibi  $[a_1, a_3]$  güven aralığında bir  $A \in R$  sayısı tanımlayalım.

$$\mu_a(x) = \begin{cases} 0 & x < a_1 \\ 1 & a_1 \leq x \leq a_3 \\ 0 & x > a_3 \end{cases} \quad (4.5)$$

$R$ ’de bir güven aralığı bir çeşit belirsizlik ifade eden  $R$ ’nin adi bir alt kümesidir. Biliyoruz ki  $A$   $a_1$ ’den daha küçük ve  $a_3$ ’ten daha büyük olamaz. Güven aralığının sembolik gösterimi genellikle  $A = [a_1, a_3]$  şeklinde de yazılır.



Şekil 4.3 Güven aralığı ile bir  $A$  sayısı (Üzgün [69])

Genel olarak bulanık bir sayı  $R$ ’de “normal” ve “konveks” olan bulanık bir alt kümedir. Burada normallik

$$\exists x \in R : \forall_x \mu_A(x) = 1 \quad (4.6)$$

yani bulanık kümenin  $R$ ’deki en büyük değeri “1”dir anlamındadır.

“konveks”lik,  $x$  eksenine paralel olan bir  $\alpha$  kesimi,

$$A_\alpha = [a_1^{(\alpha)}, a_3^{(\alpha)}] \text{’nin} \quad (4.7)$$

$$\alpha' < \alpha \rightarrow (a_1^{(\alpha')} \leq a_1^{(\alpha)}, a_3^{(\alpha')} \geq a_3^{(\alpha)}) \quad (4.8)$$

özelliğini sağladığı anlamındadır. Diğer bir deyişle  $A_\alpha$  ile  $\alpha$  kesimini

$$A_\alpha = [a_1^{(\alpha)}, a_3^{(\alpha)}], A_{\alpha'} = [a_1^{(\alpha')}, a_3^{(\alpha')}] \quad (4.9)$$

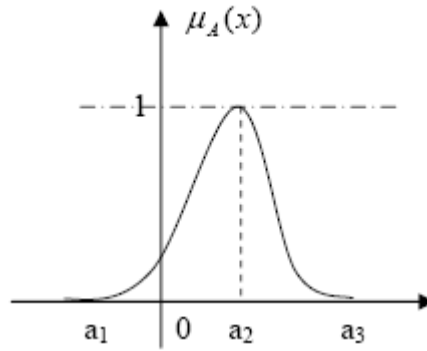
olarak ifade edersek, konvekslik şartı



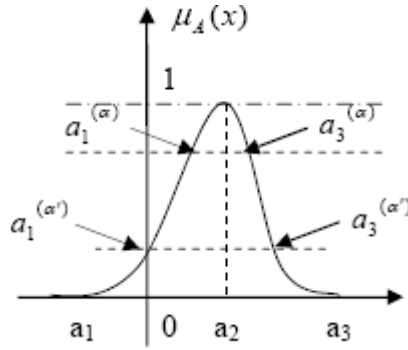
$$\alpha' < \alpha \rightarrow (A_\alpha \subset A_{\alpha'})$$

(4.10)

anlamına gelir.



Şekil 4.4 A bulanık sayısı (Üzgün [69])

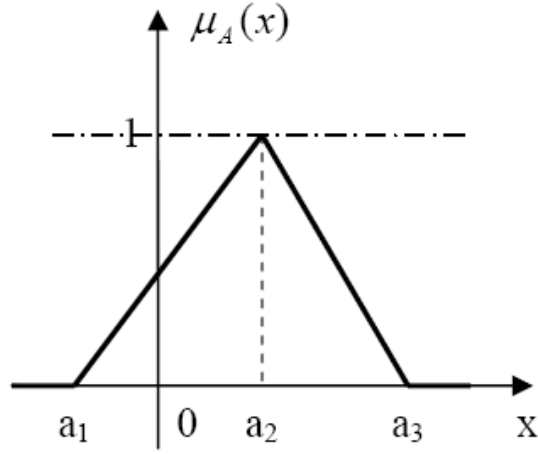


Şekil 4.5  $\alpha$  kesimi ile normal ve konveks bir bulanık sayı (Üzgün [69])

Şekil 4.5, bir A bulanık sayısı için konvekslik ve normallik özelliklerini göstermektedir (Üzgün [69]).

#### 4.5 Üçgensel Bulanık Sayılar (Ü.B.S)

Bulanık sayıların sonsuz bir kümesi vardır, üçgensel bulanık sayılar bu kümenin özel bir sınıfıdır. A üçgensel bulanık sayısı  $(a_1, a_2, a_3)$  üçlüsü ile tanımlanabilir.



Şekil 4.6 Üçgensel bulanık sayı  $A = (a_1, a_2, a_3)$  (Üzgün [69])

Üçgensel bulanık sayılar için üyelik fonksiyonu aşağıdaki şekilde tanımlanır.

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0 & x < a_1 \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1} & a_1 \leq x \leq a_2 \\ \frac{a_3 - x}{a_3 - a_2} & a_2 \leq x \leq a_3 \\ 0 & x > a_3 \end{cases} \quad (4.11)$$

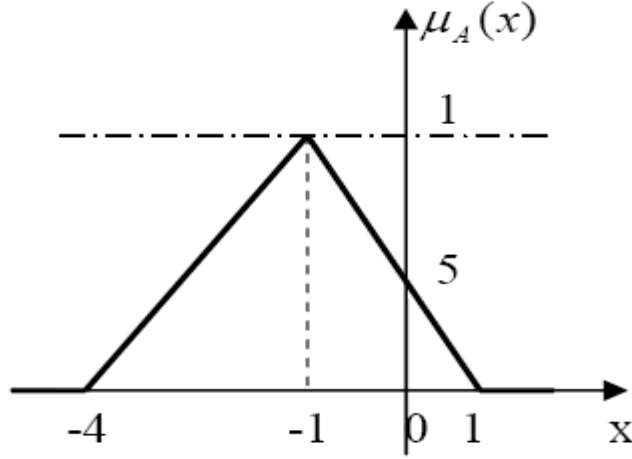
Alternatif olarak  $\alpha$  seviyesinde güven aralığını tanımlayarak üçgensel bulanık sayıyı  $\forall \alpha \in [0,1]$  için;

$$A_\alpha = [a_1^{(\alpha)}, a_3^{(\alpha)}] = [(a_2 - a_1)\alpha + a_1, (a_3 - a_2)\alpha + a_3] \quad (4.12)$$

Şeklinde karakterize edilir.

**Örnek 4.1** Ü.B.S.  $(a_1, a_2, a_3)$  üçgensel bulanık sayısı  $(-4, -1, 1)$  üçlüsü ile tanımlanmıştır.

Bu Ü.B.S. için üyelik fonksiyonu aşağıdaki şekilde verilmiştir.



Şekil 4.7 Üçgensel bulanık sayı  $A=(-4,-1,1)$  (Üzgün [69])

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0 & , \quad x < -4 \\ \frac{x+4}{3} & , \quad -4 \leq x \leq -1 \\ \frac{1-x}{2} & , \quad -1 \leq x \leq 1 \\ 0 & , \quad x > 1 \end{cases} \quad (4.13)$$

Alternatif olarak  $\alpha \in [0,1]$  seviyesinde güven aralığını kullanarak Ü.B.S.

$$[a_1^{(\alpha)}, a_3^{(\alpha)}] = [3\alpha - 4, -2\alpha + 1] \quad (4.14)$$

şeklinde karakterize edilebilir (Üzgün [69]).

#### 4.6 Ü.B.S. Üzerinde Tanımlanan Cebirsel İşlemlerin Bazıları

$A=(a_1, a_2, a_3)$  ve  $B=(b_1, b_2, b_3)$  Ü.B.S.'lar olmak üzere

(i) **Toplama:**

$$A (+) B = (a_1, a_2, a_3) (+) (b_1, b_2, b_3) = (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3) \quad (4.15)$$

(ii) **Çıkarma:**

$$A (-) B = (a_1, a_2, a_3) (-) (b_1, b_2, b_3) = (a_1 - b_1, a_2 - b_2, a_3 - b_3) \quad (4.16)$$

(iii) **Simetriğini alma:**

$$- (A) = (-a_3, a_2, a_1) \quad (4.17)$$

**(iv) Çarpma, bölme ve tersini alma:**

Çarpma, ters alma ve bölme işlemleri için üçlüler kullanılmaz. Bununla beraber hesaplama her  $\alpha$  seviyesi için güven aralıklarını kullanarak yapılabilir.  $R$ 'deki Ü.B.S.'lar için hesaplamada  $\alpha$ , 0'dan 1'e yükselirken pozitif ve negatif değerler ile minimum ve maksimumun etkilerini incelemek yoluyla seviyeleri çözümlenmelidir.  $R^+$ 'da hesaplamalar çok kolaydır.

Not : Toplama, çıkarma ve simetriğini alma işlemlerinin sonuçları birer Ü.B.S. dir.

Ü.B.S.'lar üzerindeki çarpma, bölme ve tersini alma işlemleri muhakkak Ü.B.S. vermez.

Ü.B.S.'lar üzerindeki maksimum ve minimum işlemleri muhakkak Ü.B.S. vermez, ancak Ü.B.S.'larla bu işlemlerin sonuçlarına yaklaşabiliriz.

**Örnek 4.2**  $A=(-3,2,4)$  ve  $B=(-1,0,5)$  Ü.B.S.'ları için

$$A (+)B = (-3,2,4)(+)(-1,0,5)=(-4,2,9), \quad (4.18)$$

Her  $\alpha$  seviyesi için güven aralıklarını kullanarak aşağıdaki hesaplamayı kullanarak iki Ü.B.S.'yı toplayacağız.

$$A_\alpha=[a_1^{(\alpha)}, a_3^{(\alpha)}]=[ (a_2 - a_1)\alpha + a_1, - (a_3 - a_2)\alpha + a_3 ] = [5\alpha - 3, -2\alpha + 4] \quad (4.19)$$

$$B_\alpha=[b_1^{(\alpha)}, b_3^{(\alpha)}]=[ (b_2 - b_1)\alpha + b_1, - (b_3 - b_2)\alpha + b_3 ] = [\alpha - 1, -5\alpha + 5] \quad (4.20)$$

Bu şekilde toplam

$$A_\alpha(+ )B_\alpha=[5\alpha - 3 + \alpha - 1, -2\alpha + 4 - 5\alpha + 5] = [6\alpha - 4, -7\alpha + 9] \quad (4.21)$$

(4.18) ve (4.21)'den elde edilen sonuçları  $\alpha=0$  ve  $\alpha=1$  güven seviyelerinde doğruluğu kanıtlanabilir.

Böylece;

$$\alpha = 0 \text{ için } A_0(+ )B_0 = [-4,9] \quad (4.22)$$

ve

$$\alpha = 1 \text{ için } A_1(+ )B_1 = [2,2] = 2 \quad (4.23)$$

olarak bulunur. Üyelik fonksiyonları kullanmak problemi daha karmaşık hesaplamalara sürüklemektedir.

Güven seviyesi kullanılarak üçgensel bulanık sayılarda çıkartma işlemi ise aşağıdaki şekildedir.

$$A_{\alpha}(-)B_{\alpha} = [5\alpha - 3 - (5\alpha + 5), -2\alpha + 4 - (\alpha - 1)] = [10\alpha - 8, -3\alpha + 5] \quad (4.24)$$

$$A(-)B = (-3, 2, 4) (-) (-1, 0, 5) = (-3 - 5, 2 - 0, 4 - (-1)) = (-8, 2, 5) \quad (4.25)$$

$\alpha = 0$  için  $A_0(-)B_0 = [-8, 5]$  ve  $\alpha = 1$  için  $A_1(-)B_1 = [2, 2] = 2$  olduğunu belirtelim.

**Örnek 4.3**  $A=(2,3,5)$  ve  $B=(1,4,8)$  Ü.B.S.'ları için güven aralıkları

$$A_{\alpha}=[(3 - 2)\alpha + 2, - (5 - 3)\alpha + 5] = [\alpha + 2, -2\alpha + 5] \quad (4.26)$$

ve

$$B_{\alpha}=[(4 - 1)\alpha + 1, -(8 - 4)\alpha + 8] = [3\alpha + 1, -4\alpha + 8] \quad (4.27)$$

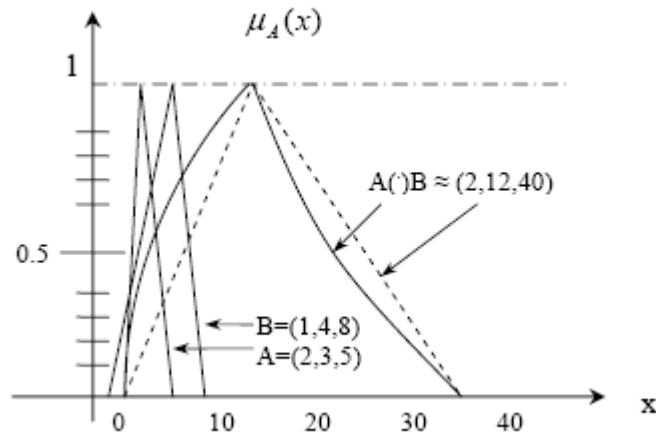
dır.

Her bir  $\alpha \in [0,1]$  seviyesinde çarpım

$$\begin{aligned} A_{\alpha}(\cdot)B_{\alpha} &= [\alpha + 2, -2\alpha + 5] (\cdot) [3\alpha + 1, -4\alpha + 8], \\ &= [(\alpha + 2)(3\alpha + 1), (-2\alpha + 5)(-4\alpha + 8)] \\ &= [3\alpha^2 + 7\alpha + 2, 8\alpha^2 - 36\alpha + 40] \end{aligned} \quad (4.28)$$

ile verilmiştir.

$\alpha = 0$  için  $A_0(\cdot)B_0 = [2, 40]$  ve  $\alpha = 1$  için  $A_1(\cdot)B_1 = [12, 12]$  olduğunu belirtelim.



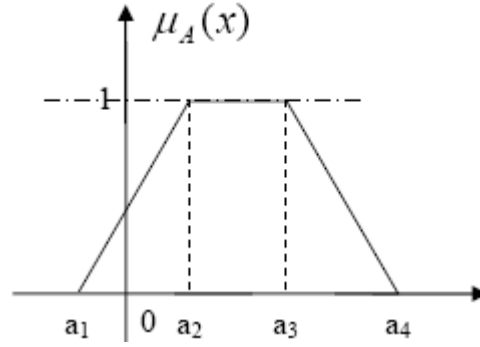
Şekil 4.8 A ve B Ü.B.S.'larının çarpımı (Üzgün [69])

Şekil 4.8'de A ve B Ü.B.S.'ları ile bunların çarpımlarının sonuçları verilmektedir. Dikkat edilmelidir ki çarpımın segmentleri düzgün doğrular değil paraboloidlerdir.

Bununla beraber Ü.B.S.'lar ile bu sonuç  $A(.)B \approx [2,12,40]$  sonucuna yaklaştırılabilir (Üzgün [69]).

#### 4.7 Yamuksal Bulanık Sayılar (Y.B.S.)

Diğer bir önemli bulanık sayı çeşidi olan yamuksal bulanık sayıları tanımlayalım. Bu durumda  $\alpha = 1$  için bir noktamız yok, bunun yerine Şekil 4.9'dan da görülebilen  $(a_2, a_3)$  aralığında düzgün uzanan bir doğru vardır.



Şekil 4.9  $A=(a_1, a_2, a_3, a_4)$  Yamuksal bulanık sayısı (Y.B.S.) (Üzgün [69])

Y.B.S.'ların özellikleri Ü.B.S.'lar ile benzerdir. Bir Y.B.S.  $A=(a_1, a_2, a_3, a_4)$  şeklindeki bir dördlü ile tam olarak ifade edilir.

Böylece  $\forall \alpha \in [0,1]$  için,

$$A_\alpha = [(a_2 - a_1)\alpha + a_1, -(a_4 - a_3)\alpha + a_3] \quad (4.29)$$

olur.

Y.B.S.'nın üyelik fonksiyonu aşağıdaki şekilde karakterize edilir.

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0 & , \quad x < a_1 \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1} & , \quad a_1 \leq x \leq a_2 \\ 1 & , \quad a_2 \leq x \leq a_3 \\ \frac{a_4 - x}{a_4 - a_3} & , \quad a_3 \leq x \leq a_4 \\ 0 & , \quad x > a_4 \end{cases} \quad (4.30)$$

Bir Ü.B.S.'nın  $a_2 = a_3$  durumu ile bir Y.B.S.'nın özel bir durumu olduğuna dikkat edilmelidir.

Ü.B.S.'ların tüm cebirsel işlem sonuçlarını Y.B.S.'lara genişletebiliriz. Bunlardan bazıları aşağıda özetlenmiştir (Üzgün [69]).

#### 4.8 Y.B.S. Üzerinde Tanımlanan Cebirsel İşlemlerin Bazıları

$A=(a_1, a_2, a_3, a_4)$  ve  $B=(b_1, b_2, b_3, b_4)$  Y.B.S.'lar olmak üzere

*(i) Toplama:*

$$A (+)B=(a_1, a_2, a_3, a_4)(+)(b_1, b_2, b_3, b_4)=(a_1+b_1, a_2+b_2, a_3+b_3, a_4+b_4) \quad (4.31)$$

*(ii) Çıkarma:*

$$A (-)B=(a_1, a_2, a_3, a_4)(-)(b_1, b_2, b_3, b_4)=(a_1-b_1, a_2-b_2, a_3-b_3, a_4-b_4) \quad (4.32)$$

*(iii) Simetriğini alma:*

$$-(A) = (-a_4, -a_3, -a_2, -a_1) \quad (4.33)$$

Not: Toplama, çıkarma ve simetriğini alma işlemlerinin sonuçları birer Y.B.S.'dır.

Y.B.S.'lar üzerindeki çarpma, bölme ve tersini alma işlemleri muhakkak Y.B.S. vermez.

Y.B.S.'lar üzerindeki maksimum ve minimum işlemleri muhakkak Y.B.S. vermez, ancak Y.B.S.'larla bu işlemlerin sonuçlarına yaklaşabiliriz.

**Örnek 4.4** A ve B, Y.B.S.'ları  $A=(-3, -1, 2, 7)$  ve  $B=(-1, 5, 6, 8)$  şeklinde verilmiş olsun.

A ve B toplamı

$$A (+)B = (-3, -1, 2, 7) (+) (-1, 5, 6, 8) = (-4, 4, 8, 15) \quad (4.34)$$

olarak bulunur. Bu hesaplama  $\alpha$  seviyesinde güven aralıkları cinsinden de ifade edilebilir.

Böylece;

$$A_\alpha=[a_1^{(\alpha)}, a_4^{(\alpha)}] = [2\alpha - 3, -5\alpha + 7] \quad (4.35)$$

$$B_\alpha=[b_1^{(\alpha)}, b_4^{(\alpha)}] = [6\alpha - 1, -2\alpha + 8] \quad (4.36)$$

$$A_\alpha + B_\alpha = [8\alpha - 4, -7\alpha + 15] \quad (4.37)$$

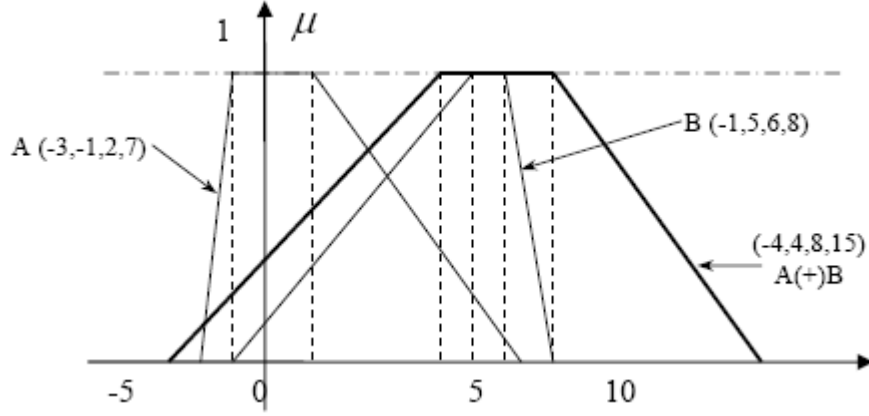
elde edilir.

Bu sonuçları  $\alpha = 0$  ve  $\alpha = 1$  için sağlarsak;

$$\alpha = 0 \text{ için } A_0 + B_0 = [-4, 15] \quad (4.38)$$

$$\alpha = 1 \text{ için } A_1 + B_1 = [4, 8] \quad (4.39)$$

bulunur.



Şekil 4.10 İki Y.B.S.'nin toplamı (Üzgün [69])

Çarpma, ters alma ve bölme işlemleri için dörtlüler kullanılmaz. Bununla beraber hesaplama her  $\alpha$  seviyesi için güven aralıklarını kullanarak yapılabilir.  $R$ 'deki Y.B.S.'lar için hesaplamada  $\alpha$  "0" dan "1"e yükselirken pozitif ve negatif değerler ile minimum ve maksimumun etkilerini incelemek yoluyla seviyeleri çözümlenmelidir.  $R^+$ 'da hesaplamalar çok kolaydır.

**Örnek 4.5** Şekil 4.11.  $R^+$ 'da iki Y.B.S.'yi göstermektedir.

Bu iki sayı  $A=(1,5,6,9)$  ve  $B=(2,3,5,8)$

dörtlüleri ile verilmiştir. Bu Y.B.S.'lar güven aralıkları kullanılarak karakterize edilebilir.

Buradan;

$$A_\alpha = [4\alpha + 1, -3\alpha + 9] \quad (4.40)$$

$$B_\alpha = [\alpha + 2, -3\alpha + 8] \quad (4.41)$$

olur.

Her bir  $\alpha$  seviyesi için çarpım;

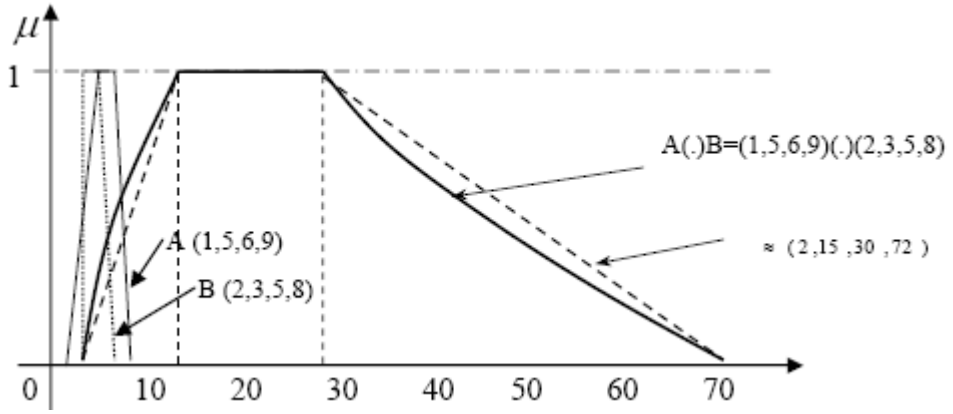
$$\begin{aligned} A_\alpha(\cdot)B_\alpha &= [(\alpha + 2) \cdot (4\alpha + 1), (-3\alpha + 8) \cdot (-3\alpha + 9)] \\ &= [(4\alpha^2 + 9\alpha + 2), (9\alpha^2 - 51\alpha + 72)] \end{aligned} \quad (4.42)$$

şeklinde verilir.

Şekil 4.11'de A ve B, Y.B.S.'ları ile bunların çarpımlarının sonuçları verilmektedir. Dikkat edilmelidir ki çarpımın segmentleri düzgün doğrular değildir. Bununla



beraber bu sonuç Y.B.S.'lar ile  $A(.)B \approx [2,15,30,72]$  sonucuna yaklaştırılabilir (Üzgün [69]).



Şekil 4.11 İki Y.B.S.'nın çarpımı (Üzgün [69])

### BULANIK ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME

#### 5.1 Bulanık Çok Ölçütlü Karar Verme Teknikleri

Çok ölçütlü karar verme birden fazla, genellikle birbiriyle çatışan (çelişen) ölçütlerin olması durumunda alternatifler arasından seçim yapmak ile ilgilidir. Çok ölçütlü bulanık modeller de, ÇÖKV’de olduğu gibi karar ağırlıkları ve karar matrisi ile ifade edilebilir. Farklı yanı, karar ağırlıkları ve karar matrisi içindeki değerlerin bulanık sayılarla ifade edilmesidir.

Klasik ÇÖKV çözüm yöntemleri tüm  $X_{ij}$  ve  $w_j$ ’leri kesin sayılar olarak kabul etmektedirler. Yöntemler genelde karar vericinin bir fayda fonksiyonu tanımlamasını, her  $A_i$  alternatifi için  $x_{ij}$  performans puanları kullanarak bir son puan elde edilmesini ve alternatiflerin bu son puana göre sıralanmasını içermektedir. Fakat  $X_{ij}$  ve  $w_j$  değerleri gerçek hayatta olduğu gibi kesin sayılar olmayabilir. Bu değerlerin kesin sayı olmadığı, bulanık sayı olduğu durumlarda ÇÖKV problemlerine bulanık çok ölçütlü karar verme problemi denilmektedir.

Günlük hayatta karşılaşılan problemlerde genellikle ölçütlere göre alternatiflerin değerlendirilmesi tam ve kesin olarak yapılamamaktadır. Bu kesin ve tam olmayışın çeşitli kaynakları olabilir. Bunlar Chen ve Hwang’a göre [68];

**\*Sayısallaştırılmayan Bilgi:** Bir arabanın fiyatı para birimi ile ifade edilerek kolayca sayısallaştırılabilirken arabanın konforu veya güvenliği sayısallaştırılmaz. Konfor ve güvenlik gibi terimler genellikle iyi, orta, kötü gibi dilsel (linguistic) terimlerle ifade edilir ve bunlar bireyin öznel değerlendirmesine dayanan kalitatif verilerdir.

**\*Eksik Bilgi:** Hızlı hareket eden bir cismin hızı herhangi bir aletle ölçülebilir ve yaklaşık (ya da civarı) 200 km/sa şeklinde belirlenebilir ama tam olarak 200 km/sa şeklinde belirtilemez. Bu gibi veriler de bulanık kümeler ile ifade edilebilir.

**\*Elde Edilemeyen Bilgi:** Bazen klasik ve kesin(crisp) veri elde edilebilir ama maliyeti çok yüksek olabileceğinden dolayı karar verici bu verinin yaklaşık değerini seçebilir. Verilerin çok duyarlı olduğu durumlarda yaklaşık bazı veriler veya dilsel tanımlamalar kullanılır. Bu yüzden de bilgi bulanıktır.

**\*Kısmi Aldırmazlık ya da Görmezden Gelme:** Bazı bulanıklık kısmi görmezden gelme ya da görememeden kaynaklanabilir, çünkü insan sadece gerçeğin bir kısmını bilebilir.

Ribeiro'ya göre ise (Ribeiro [70]);

- 1-Tamamlanmamış olmak (verilerin yetersiz olduğu durumlarda, örneğin alternatif veya ölçütler kayıpsa)
- 2- Bulanıklık (özellik, alternatif ve kriterler için kesin kavramların elde edilemediği durumlarda)
- 3-Doğrulukta yanılma (hatalı, yanlış sonuçlar bulmakla ilgilidir).Pahalı bir arabaya yüksek performans oranı vererek seçilmesine neden olmak gibi.

Bulanık kümeler teorisi, karar vericinin yargısındaki belirsizlik ve bulanıklığı göz önüne alması ve karar vericinin vermiş olduğu sözel yargıların problemde kullanılabilmesine olanak sağladığı için Çok Kriterli Karar Verme tekniklerine iyi bir araç sağlamaktadır.

Çok ölçütlü karar verme yöntemlerinin birçoğunun bulanık biçimi geliştirilmiştir. Bunlar çeşitli araştırmacılar tarafından ortaya koyulmuş ve farklı alanlarda uygulanmışlardır. Geliştirilen bu bulanık çok ölçütlü karar verme yöntemlerinin teorik yapısı, hesaplama prosedürü ve karakteristikleri de birbirinden farklıdır.

Kullandıkları teknik göz önüne alınarak BÇÖKV yöntemlerini ikiye ayırabiliriz. Bunlardan bir kısmı fayda (son) puanlarının bulanık olması durumunda sıralamanın nasıl yapılacağını öneren Bulanık Sıralama yöntemleridir. Bunlar; En iyi durum derecesi kullanarak sıralama(Baas ve Kwakernaak yaklaşımı), Hamming uzaklığı kullanarak sıralama (Yager,Kere),  $\alpha$ -kesim kullanarak sıralama (Adamo yaklaşımı, Buckley ve Chanas yaklaşımı,Mabuchi yaklaşımı), Sağ sol puanlar kullanarak sıralama(Chen yaklaşımı,Chen ve Hwang yaklaşımı), Merkezi gösterge kullanarak

sıralama(Yager Merkezi göstergesi), Alan hesaplaması kullanarak sıralama(Yager yaklaşımı) ve sözel sıralama yöntem(Efstathiou ve Tong Yaklaşımı) larıdır.

Diğer grup ise girdi değerlerinin( $X_{ij}$  ve  $w_j$ )bulanık olması durumunda son puanın elde edilme sürecini tanımlayan yöntemlerdir. Bu ikinci yöntemler; Bulanık Basit Ağırlık Toplama Yöntemleri(Baas ve Kwakernaak Yaklaşımı, Kwakernaak Yaklaşımı, Dubois ve Prade Yaklaşımı, Bonissone Yaklaşımı), Analitik Hiyerarşi Sürecine Bulanık Yaklaşımlar(Laarhoven ve Pedrycz Yaklaşımı, Buckley Yaklaşımı), Bulanık Üstünlük Yöntemleri (Roy, Sisto, Brans, Aouam Yaklaşımları), Maksimin Yöntemleri(Bellman – Zadeh, Yager Yaklaşımları)'dır (Kabak [71]).

## **5.2 Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi**

### **5.2.1 Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Ve Yöntemleri**

AHP, geniş bir alanda kullanılan çok amaçlı karar verme metotlarından biridir. Bu metodun ana avantajlarından biri çok yönlü kriterlerin kolaylıkla yönetilebilmesidir. Buna ek olarak AHP'nin anlaşılması daha kolaydır. AHP, kullanışsız matematikleri içermez. Fakat AHP hala insani düşünme stilini yansıtamamaktadır. Bu yüzden, bulanık AHP, hiyerarşik bulanık problemleri çözmek için geliştirilmiştir.

Çeşitli yazarlar tarafından bahsedilmiş birçok bulanık AHP metotları vardır. Bu metotlar, bulanık küme teorisini ve hiyerarşik yapı analizini kullanan problem çözme ve alternatif seçimine sistematik yaklaşımlardır. Karar vericiler, genelde, aralıklı karar vermeyi sabit değerli karar vermeye göre daha rahat bulmaktadır. Çünkü karşılaştırma sürecinin bulanık doğasında tercihleri konusunda kesinlik yoktur.

Chang [72], karşılaştırmalarda üçgen bulanık sayıları kullanarak bulanık AHP'nin idaresi için yeni bir yaklaşım tanıtmıştır. Bu çalışmada, Chang 'in modeli esas alınmıştır.

Bulanık AHP yöntemlerinden bazılarının avantaj ve dezavantajları aşağıdaki çizelgedeki gibidir.

Çizelge 5.1 Bulanık analitik hiyerarşi prosesinin avantaj ve dezavantajları (Büyüközkan vd. [73])

<b>Kaynak</b>	<b>Metodun Önemli Karakteristikleri</b>	<b>Avantaj (+) ve Dezavantajları (-)</b>
Van Laarhoven ve Pedrycz (1983)	* Saaty'nin AHP metodunun üçgen bulanık sayılar kullanılarak uygulanmasıdır.	+ Birden fazla karar vericinin düşünceleri karşılıklı matrislerde modellenenabilir. - Küçük bir problem için bile çok fazla matematiksel işlem gerektirebilir. - Sadece üçgen bulanık sayıların kullanılmasına izin verir.
Buckley (1985)	* Saaty'nin AHP metodunun yamuk bulanık sayılar kullanılarak uygulanmasıdır. * Geometrik uygulama kullanarak bulanık ağırlıkları ve performans skorlarını elde eder.	+ Bulanık duruma genişletmek kolaydır. + Tek bir sonucu garanti eder. - Hesap gereksinimi çok fazladır.
Boender et al. (1989)	* Van Laarhoven ve Pedrycz'in metodunun biraz geliştirilmiştir.	+ Birden fazla karar vericinin düşünceleri modellenenabilir. - Hesap gereksinimi çok fazladır.
Chang (1996)	* Sentetik derece değerleri * Seviye basit sıralaması * Karma toplam sıralama	+ Hesap gereksinimi daha azdır. + Klasik ahp'nin adımlarını izler. İlave işlem gerektirmez. - Sadece üçgen bulanık sayılar kullanılabilir.
Cheng (1996)	* Bulanık standartlar oluşturur. * Performans skorlarını üyelik fonksiyonları ile ifade eder. * Toplam ağırlıkları hesaplamak için entropi kavramlarını kullanır.	+ Çok fazla hesap gerektirmez. - Olasılık dağılımı bilindiğinde entropi kullanılır. Metod hem olasılık hem de olabilirlik ölçülerine dayanır.

Bu çalışmada Bulanık AHP yöntemlerinden Van Laarhoven ve Pedrycz (1983), Buckley (1985), Chang (1996), Mikhailov (2003), Enea ve Piazza (2004)'nın yaklaşımlarının uygulama adımları incelenecektir. Chang Methodu ise detaylı olarak uygulama kısmında ele alınacaktır.

- ***Laarhoven ve Pedrycz Yaklaşımı***

Laarhoven ve Pedrycz, Saaty'nin AHP'sinin kesin genişlemesi olan bir algoritma önermişlerdir. AHP metodunda bulanıklılığın bulanık notasyon ile ifade edilmediğini, ancak bir karşılaştırma matrisi oluşturularak karar probleminin dolaylı bir şekilde modellendirildiğini hatırlayalım. AHP'nin genişletilmiş olan bu versiyonunda karşılaştırma matrisinde yer alan elemanlar üçgensel bulanık sayılar ile ifade edilmiştir. Hesaplama adımları AHP'dekiler ile aynıdır. Bulanık ağırlıklar ve bulanık performans ağırlıklarını elde etmek için Lootsma'nın logaritmik en küçük kareler metodunu kullanmışlardır. Bulanık faydaların hesaplanmasında bulanık üçgensel sayılar için aritmetik işlemler kullanılmıştır.

Çoklu karar vericilerin görüşleri aynı zamanda karşılaştırma matrislerinde modellenebilir. Bu metod aşağıda ayrıntıları ile işlenmiştir (Üzgün [69]).

- ***Lootsma'nın Logaritmik En Küçük Kareler Metodu:***

Bu metodun tahmin edilen ağırlıkları belirlemek için seçilmesinin sebebi, birden çok karar vericinin fikirlerini ele almak için uygun olması ve bulanık durumlara kolayca genelleştirilebilmesidir.

A pozitif karşılaştırma (reciproal) matrisi aşağıdaki şekilde gösterilsin.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (5.1)$$

burada  $a_{ij}$ 'ler reel sayılardır ve i. alternatifin j. kritere göre aldığı değerlendirme skorunu gösterir.

$$\sum_{i < j} (n a_{ij} - \ln(w_i / w_j))^2 \quad (5.2)$$

toplamını minimize edilerek, tahmin edilen  $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)$  ağırlıklar vektörü elde edilir.

Eğer birden çok karar verici var ise;

$$\sum_{i < j} \sum_{k=1}^{P_{ij}} \left( n a_{ijk} - \ln(w_i / w_j) \right)^2 \quad (5.3)$$

toplamı minimize edilerek, tahmin edilen  $w$  - ağırlık vektörü elde edilir.

Burada  $a_{ijk}$ 'lar,  $k = 1, 2, \dots, p_{ij}$  için  $w_i / w_j$  için  $p_{ij}$  tahminleridir.  $P_{ij}$  değerleri hiçbir karar verici tahminde bulunmadığı durumda 0, tek bir karar vericinin tahminde bulunduğu durumlarda 1 yada daha çok karar vericinin olması durumunda 1'den büyük olacağını belirtmeliyiz.

Eğer  $y_{ijk} = \ln a_{ijk}$ ,  $z_i = \ln w_i$  ve  $z_j = \ln w_j$  olarak alınırsa;

$$z_i \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n P_{ij} - \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n P_{ij} z_j = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \sum_{k=1}^{P_{ij}} y_{ijk}; \quad i = 1, \dots, n \quad (5.4)$$

$Z_i$  için ortak normal eşitliklerini çözerek

$$\sum_{i < j} \sum_{k=1}^{P_{ij}} \left( y_{ijk} - z_i + z_j \right)^2 \quad (5.5)$$

ifadesini minimize edebiliriz.

Buradan  $z_i$ 'lerin üstelini alarak ve normalize ederek  $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)$  ağırlıklar vektörünü elde edebiliriz.

### **Algoritma:**

**Adım 1:** Karar vericilere danışarak, aşağıdaki biçimde verilen  $n + 1$  boyutlu bulanık karşılaştırma matrisleri elde edilir;

$$D = \begin{bmatrix} & a_{121} & & a_{1n1} \\ & a_{122} & & a_{1n2} \\ (1,1,1) & \vdots & \cdots & \vdots \\ & a_{12p_{12}} & & a_{1np_{1n}} \\ a_{211} & & & a_{2n1} \\ a_{212} & & & a_{2n2} \\ \vdots & (1,1,1) & \cdots & \vdots \\ a_{21p_{21}} & & & a_{2np_{2n}} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n11} & a_{n21} & & \\ a_{n12} & a_{n22} & & \\ \vdots & \vdots & \cdots & (1,1,1) \\ a_{n1p_{n1}} & a_{n2p_{n2}} & & \end{bmatrix} \quad (5.6)$$

Burada  $a_{ij}P_{ij}$ 'ler çok sayıda karar verici tarafından tahmin edilen bulanık oranlardır.  $P_{ij}$  tahminde bulunan karar verici sayısına bağlı olarak 0, 1 ya da 1 den daha büyük değerler alabilir.

**Adım 2:**  $z_i = (l_i, m_i, u_i)$  olsun. Aşağıdaki lineer denklemler çözülür,

$$l_i \left( \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n P_{ij} \right) - \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n P_{ij} u_j = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \sum_{k=1}^{P_{ij}} \ln(l_{ijk}) \quad \forall i \quad (5.7)$$

$$m_i \left( \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n P_{ij} \right) - \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n P_{ij} m_j = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \sum_{k=1}^{P_{ij}} \ln(m_{ijk}) \quad \forall i \quad (5.8)$$

$$u_i \left( \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n P_{ij} \right) - \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n P_{ij} l_j = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \sum_{k=1}^{P_{ij}} \ln(u_{ijk}) \quad \forall i \quad (5.9)$$

$\ln(l_{ijk})$  ve  $\ln(u_{ijk})$  ifadeleri  $\ln(a_{ijk}) = -\ln(a_{ijk})$ 'nın alt ve üst değerleri olmak üzere aşağıdaki eşitlik sağlanır.

$$\ln(l_{ijk}) + \ln(l_{jik}) = \ln(u_{ijk}) + \ln(u_{jik}) = 0, \quad \forall i, j, k. \quad (5.10)$$

(5.7), (5.8) ve (5.9) denklemleri lineer bağımlıdır. Genel olarak bu denklemler için  $t_1$  ve  $t_2$ 'nin keyfi olarak seçilebileceği

$$z_i = (l_i + t_1, m_i + t_2, u_i + t_1) \quad (5.11)$$



çözümü verilebilir.

**Adım 3:** Yukarıda lineer sistemde, tüm eşitliklerin sağ yanlarında logaritma alındığına dikkat edilmelidir. Dolayısıyla şimdi bulanık  $w_i$  ağırlıklarının hesaplayabilmek için  $l_i$ ,  $m_i$  ve  $u_i$ 'lerin üstelleri alınmalıdır.

$$w_i = (\lambda_1 \exp(l_i), \lambda_2 \exp(m_i), \lambda_3 \exp(u_i)) \quad (5.12)$$

Burada

$$\lambda_1 = \left( \sum_{i=1}^N \exp(u_i) \right)^{-1} \quad \lambda_2 = \left( \sum_{i=1}^N \exp(m_i) \right)^{-1} \quad \lambda_3 = \left( \sum_{i=1}^N \exp(l_i) \right)^{-1} \quad (5.13)$$

dir.

(5.12) eşitliği aynı zamanda  $r_{ij}$  performans skorlarını belirlemede kullanılabilir.

**Adım 4:** Tüm karşılaştırma (reciprocal) matrisleri çözünceye kadar Adım 1'den Adım 3'e kadar yapılacak işlemler tekrarlanır. Bulanık ağırlıklar ve performans skorları ile  $A_i$  alternatifi için bulanık fayda;

$$U_i = \sum_{j=1}^n w_j r_{ij} \quad \forall i, j \quad (5.14)$$

formülü ile hesaplanır (Üzgün [69]).

#### ▪ **Buckley Yaklaşımı**

Buckley 1985 yılında Saaty'nin Analitik Hiyerarşi Prosesinin genişleterek  $a_{ij}$  bulanık karşılaştırma oranları üzerinde çalışmıştır. Buckley, Laarhoven ve Pedrycz' in metodunu iki yönden eleştirmiştir. Bunlardan ilki Laarhoven ve Pedrycz'in metodunda yer alan lineer denklemlerin her zaman tek çözümünün olmaması, ikincisi de ağırlıkların bulunmasında üçgensel bulanık sayıların kullanılmasında ısrar etmeleridir.

Bunun üzerine Buckley, bulanık ağırlıkları ve performans skorlarını elde edebilmek için geometrik ortalama metodunu kullanmıştır. Bu metodun kullanılmasının nedeni bulanık durumlara kolayca genelleştirilebilmesi ve karşılaştırma matrislerinden tek çözüm elde edilmesini garantilemesidir. Ayrıca Buckley karar vericilerin karşılaştırma oranlarını gösterebilmek için üçgensel bulanık sayılar yerine yamuksal (a,b,c,d) bulanık sayıları kullanmıştır (Üzgün [69]).

Bu metod aşağıda ayrıntıları ile açıklanmıştır.

▪ **Geometrik Ortalama Metodu:**

Bu metod ağırlıkları elde etmede kolaylık sağlar ve bulanık durumlarda kolayca uygulanabilir.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (5.15)$$

bulanık pozitif karşılaştırma matrisi olsun.

Her bir satırın geometrik ortalaması;

$$z_i = \left[ \prod_{j=1}^n a_{ij} \right]^{1/n}, 1, 2, \dots, n \quad (5.16)$$

formülüyle hesaplanır.

$w_i$  ağırlıkları da  $w_i = z_i / \{z_1 + \dots + z_n\}$ ,  $\forall i$ , formülü ile hesaplanır.

**Algoritma:**

Bu algoritma hem tek karar verici için hem de birden çok karar verici için kullanılabilir. Tek karar verici için geçerli durum aşağıda açıklanmıştır.

**Adım 1:** Elemanları  $\bar{A}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}, d_{ij})$ , şeklinde yamuksal bulanık sayılar olan A ikili karşılaştırmalar matrisi karar vericilerden elde edilir.

**Adım 2:**  $w_i$  ağırlıkları aşağıdaki şekilde hesaplanabilir.

Her bir satır için geometrik ortalama  $z_i = (\bar{a}_{i1} \otimes \dots \otimes \bar{a}_{in})^{1/n} \forall i$  formülü ile bulunur, burada " $\otimes$ " işareti bulanık çarpma işlemi ifade etmektedir.

Bulanık ağırlık,  $W_i = z_i \otimes (z_1 \otimes \dots \otimes z_n)^{-1}$  şeklinde hesaplanır, burada " $\otimes$ " işareti bulanık

toplama işlemi ifade etmektedir.

Bulanık ağırlıkları elde etmek için aşağıdaki ayrıntıları verelim.  $\bar{A}_{ij}$  yamuksal bulanık sayılarının güven aralıkları cinsinden sağ ve sol yan geometrik ortalamaları aşağıdaki şekilde tanımlansın;

$$g_i^{(\alpha)} = \left[ \prod_{j=1}^n \left( a_{ij} - d_{ij} \alpha + b_{ij} \right) \right]^{1/n}, \alpha \in [0, 1] \quad (5.17)$$

$$f_i(\alpha) = \left[ \prod_{j=1}^n (a_{ij} - a_{ij}\alpha + \alpha_{ij}) \right]^{1/n}, \alpha \in [0,1] \quad (5.18)$$

dir. Ayrıca;

$$a_{ij} = \left[ \prod_{j=1}^n a_{ij} \right]^{1/n} \quad (5.19)$$

ve

$$a = \sum_{i=1}^m a_i \quad (5.20)$$

Olsun.

Benzer şekilde  $b_i$  ve  $b$ ,  $c_i$  ve  $c$ ,  $d_i$  ve  $d$ 'leri de tanımlayabiliriz.

Bulanık ağırlık  $w_i = \left( \frac{a_i}{d}, \frac{b_i}{c}, \frac{c_i}{b}, \frac{d_i}{a} \right)$  şeklinde hesaplanır.

$x$  yatay eksen üzerinde reel bir sayı olsun.  $\mu_{w_i}(X)$  üyelik fonksiyonu, aşağıdaki gibi tanımlanır.

$x$	$\mu_{w_i}(x)$
$\leq (a_i / d)$	0
$\geq (d_i / a)$	0
$[b_i / c, c_i / b]$	1
$[a_i / d, b_i / c]$	$\alpha \in [0,1]$
$[c_i / b, d_i / a]$	$\alpha \in [0,1]$

(5.21)

$x \in [a_i / d, a_i / c]$  olduğunda  $x = g_i(\alpha) / f(\alpha)$  eşitliğinden bulunur.

Burada

$$f(\alpha) = \sum_{i=1}^m f_i(\alpha) \text{ ve } g(\alpha) = \sum_{i=1}^m g_i(\alpha) \quad (5.22)$$

dir. Tüm  $r_{ij}, \forall i, j$ , performans skorları elde edilinceye kadar Adım 2 tekrarlanır.

*Adım 3:* Bulanık ağırlıklar ve bulanık performans skorları, bulanık çok kriterli karar verme problemi olarak birleştirilir.

Bulanık faydalar  $U_i = \sum_{j=1}^m w_j r_{ij}, \forall i$  ile hesaplanır (Üzgün [69]).

▪ ***Dilsel Ağırlıklandırma Yöntemi***

Cheng ve diğerleri tarafından 1999 yılında geliştirilmiştir ve sezgiselliği içermektedir. Çalışmada insan düşünce sistemi ile uyumlu çok, fazla veya daha az, oldukça gibi dilsel ifadeler kullanılmıştır (Cheng vd. [74]).

Karar vericilerin subjektif değerlendirmelerinden kurtulmak için performans puanlarını oluşturabilmek ve kullanacakları üyelik fonksiyonlarını tespit etmek için bir çok uzman görüşüne başvurmuşlardır. Kriterlere göre alternatiflerin çok iyi, zayıf, iyi gibi ifadelerle değerlendirilmesi ve bu sözel ifadelerin üyelik fonksiyonuna dönüştürülerek toplam puanların bulunması esasına dayanmaktadır. Toplam puanlar hesaplanırken birinci düzeydeki kriterlerin önem dereceleri dikkate alınır.

Örnek olarak yası ağırlandırırken, genellikle “çok yaşlı”, “yaşlı”, “yaşlı sayılır” yaşlılık derecesi olarak tarif edilir. “yaşlı” bir terim olarak alınırsa üyeliği aşağıdaki gibi gösterilir (Topel [75]).

$$w(u)=\text{çok yaşlı}=2$$

$$y(u)=\text{yaşlı}=1$$

$$z(u)=\text{yaşlı sayılır}=1/2$$

$$\mu_{\text{yaşlı}} = \begin{cases} 0 & u \in [0,50] \\ \left(1 + \left(\frac{u-50}{5}\right)^{-2}\right)^{-1} & u \in [50,100] \end{cases} \quad (5.23)$$

$$w(u) = \left[1 + \left(\frac{u-50}{5}\right)^{-2}\right]^{-1} \quad (5.24)$$

$$y(u) = \left[1 + \left(\frac{u-50}{5}\right)^{-2}\right]^{-1/2} \quad (5.25)$$

$$z(u) = \left[1 + \left(\frac{u-50}{5}\right)^{-2}\right]^{-2} \quad (5.26)$$

Yöntemi aşağıdaki gibi özetlenebilir (Topel [75]);

1-Hiyerarşik yapıyı oluşturan diyagram oluşturulur.

2-Alt kriterlerin performans puanları ( $g_i$ ) hesaplanır. Kriterlere göre hesaplanan puanların tamamı toplanır. Puanları tespit etmek için iki ayrı yöntem kullanılabilir;

\*Uzmanların görüşleri alınarak üyelik fonksiyonları belirlenir ve  $g_i$  değerlerini hesaplayabilmek için üyelik fonksiyonları kullanılır.

\*Aşağıdaki bulanık ifadeler kullanılarak değerler hesaplanır.

Çizelge 5.2 Bulanık ifadelerin üyelik fonksiyonu (Topel [75])

Bulanık İfade Fonksiyonu	Üyelik
Çok iyi	1
İyi	0.75
Orta	0.5
Zayıf	0.25
Çok Zayıf	0

3-Her kriter için bütün toplam puanlar normalize edilir.Bu işlem aşağıda ifade edildiği gibi yapılır;

$$\begin{matrix} & x_1 & & x_j & & x_n \\ S_1 & \left( \begin{matrix} X_{11}/t_1, \dots, X_{1j}/t_j & \dots & X_{1n}/t_n \\ \cdot & & \cdot \\ \cdot & & \cdot \\ \cdot & & \cdot \\ S_i & \left( \begin{matrix} X_{i1}/t_1 & \dots & X_{ij}/t_j & \dots & X_{in}/t_n \\ \cdot & & \cdot \\ \cdot & & \cdot \\ \cdot & & \cdot \\ S_m & \left( \begin{matrix} X_{m1}/t_1 & \dots & X_{mj}/t_j & \dots & X_{mn}/t_n \end{matrix} \right) \end{matrix} \right) \end{matrix} \right) \\ & = & & \left( \begin{matrix} \mu_1(x_1), \dots, \mu_1(x_j), \dots, \mu_1(x_n) \\ \mu_i(x_1), \dots, \mu_i(x_j), \dots, \mu_i(x_n) \\ \mu_m(x_1), \dots, \mu_m(x_j), \dots, \mu_m(x_n) \end{matrix} \right) \end{matrix} \quad (5.27)$$

$$t_n = \sum_{i=1}^m x_{ij} \quad (5.28)$$

$S_i$ , alternatifler,

$X_j$  , kriterler,

$x_{ij}$  , her bir kritere göre alternatiflerin aldığı performans puanlarını ifade etmektedir.

4-Karar vericiler kriterlerin önem derecelerini değerlendirerek kriterleri dengelerler. Daha sonra her bir kriterin merkezileşmesi veya açılması hesaplanır. Burada önemli olan kriterlerin karara olan katkısı artırılırken daha az öneme sahip kriterlerin katkısının azaltılmasıdır.

$$\begin{array}{ccc}
& X_1 & X_j & X_n \\
S_1 & \mu_{11}(w_1) \dots \mu_{1j}(w_j) \dots \mu_{1n}(w_n) \\
& \cdot & \cdot & \cdot \\
& \cdot & \cdot & \cdot \\
& \cdot & \cdot & \cdot \\
S_i & \mu_{i1}(w_1) \dots \mu_{ij}(w_j) \dots \mu_{in}(w_n) \\
& \cdot & \cdot & \cdot \\
& \cdot & \cdot & \cdot \\
& \cdot & \cdot & \cdot \\
S_m & \mu_{m1}(w_1) \dots \mu_{mj}(w_j) \dots \mu_{mn}(w_n)
\end{array} \tag{5.29}$$

Dilsel sınır veya düzenleyicisi, terimlerin alanlarını düzenlemektedir. Dilsel sınır kullanılan matematiksel model;

$$\text{Merkezilik: } \mu_{\text{con}}(\tilde{A})(u) = (\mu_{\tilde{A}}(u))^n, n > 1 \tag{5.30}$$

$$\text{Açılma: } \mu_{\text{dil}}(\tilde{A})(u) = (\mu_{\tilde{A}}(u))^{1/n}, n > 1 \tag{5.31}$$

Aşağıda dilsel sınırlar ve yaklaşık manaları verilmektedir:

Çizelge 5.3 Dilsel sınır ifadelerinin anlamı (Topel [75])

Dilsel Sınır İfadesi	Anlamı
Biraz	Bulanık bölge açık halde
Genellikle, Çoğunlukla	Genişliği azaltın
Civarında	Biraz geniş
Hemen hemen, oldukça	Darlığı arttırın
Çok fazlaca	Bulanık bölge dar

Örneğin kriterin önem değeri biraz önemli ise açılma katsayısı 0.8, önemli ise 1, çok önemli ise 1.5 olarak değerlendirilebilir. Ve bunlara göre matris yeniden hesaplanır (Artuç [76]).

5-Aşağıdaki eşitlik kullanılarak en iyi alternatif,  $\mu_D(\tilde{X}_i)$  seçilir.

$$\mu_D(\tilde{X}_i) = \max_i (\min_j \mu_{ij}^{(w_{ij})}) \tag{5.32}$$

Bu ifade kötümser bir yaklaşımdır. Her bir alternatifin bütün kriterlere göre aldığı puanların en küçükleri seçilir. Bu puanlardan en büyük puana sahip alternatif en iyisidir; seçilen bu alternatif diğer kriterleri de en az bu kadar sağlıyor demektir.

▪ **Chang'ın Bulanık AHP Yöntemi**

$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$  nesnelar kümesi olsun, ve  $G = \{g_1, g_2, \dots, g_n\}$  de bir amaç kümesi olsun.

Chang'ın derece analizi modeline (extent anlysis model) göre, her bir nesne alınır ve her bir amaç için derece analizi sırasıyla uygulanır. Bu yüzden her bir nesne için aşağıda gösterildiği gibi m tane derece analiz değeri elde edilir.

$$M^1 g_i, M^2 g_i, \dots, M^m g_i, i = 1, 2, \dots, n \quad (5.33)$$

Burada tüm  $M^j g_i$ 'ler, ( $j = 1, 2, \dots, m$ ) üçgensel bulanık sayılardır.

**Tanım 5.1** m tane amaç için i. nesnenin derece analizi değeri  $M^1 g_i, M^2 g_i, \dots, M^m g_i$ , olsun.

i. nesneye göre bulanık sentetik derece değeri

$$s_i = \sum_{j=1}^m M^j_{g_i} \otimes \left[ \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M^j_{g_i} \right]^{-1} \quad (5.34)$$

şeklinde tanımlanır.

AHP'de ilk olarak aynı hiyerarşideki her faktör çifti için göreceli önemlere karar verilir. Üçgensel bulanık sayılar kullanılarak ikili karşılaştırmalar yoluyla elde edilen bulanık değerlendirme matrisi  $A = (a_{ij})_{n \times m}$  yapılandırılır. Örneğin, belli bir kritere göre i. elemanın j. elemana üstünlüğü güçlü bir şekilde önemli ise,  $a_{ij} = (l, m, u)$  olacaktır. Burada, l ve u kararın bulanıklık derecesini göstermektedir.  $(u-l)$  büyüdükçe bulanıklık derecesi de büyüyecektir.  $u-l=0$  olduğunda karar bulanık olmayan bir sayı olacaktır. Eğer j elemanın önemi i elemanına göre çok güçlü ise, ikili karşılaştırma skalası, aşağıdaki şekilde bulanık bir sayı ile gösterilebilir.

$$a_{ij}^{-1} = \left( \frac{1}{u}, \frac{1}{m}, \frac{1}{l} \right) \quad (5.35)$$

$A = (a_{ij})_{n \times m}$  bir bulanık ikili karşılaştırma matrisi olsun. Burada  $a_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$  aşağıdaki şartı sağlar,

$$l_{ij} = \left( \frac{1}{l_{ji}} \right), m_{ij} = \left( \frac{1}{m_{ji}} \right), u_{ij} = \left( \frac{1}{u_{ji}} \right) \quad (5.36)$$

Her bir kriter altındaki ağırlık vektörleri için tahminlerin elde edilebilmesi için, bulanık sayıların karşılaştırılmasını sağlayan bir prensip gereklidir. Bunun için, olabilirlik derecesinin elde edilmesi gerekir.

**Tanım 5.2**  $M_1 \geq M_2$  için olabilirlik derecesi

$$V(M_1 \geq M_2) = \sup[\min(\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y))] \quad (5.37)$$

şeklinde tanımlanır.

$x \geq y$  ve  $\mu_{M_1} = \mu_{M_2} = 1$  olacak şekilde bir  $(x, y)$  çifti olduğunda  $V(M_1 \geq M_2) = 1$  'dir.  $M_1$  ve  $M_2$  konveks bulanık sayılar olduğundan

$$V(M_1 \geq M_2) = 1 \Leftrightarrow m_1 \geq m_2, \quad (5.38)$$

$$V(M_1 \geq M_2) = \text{hgt}(M_1 \cap M_2) = \mu_{M_2}^{(d)} \quad (5.39)$$

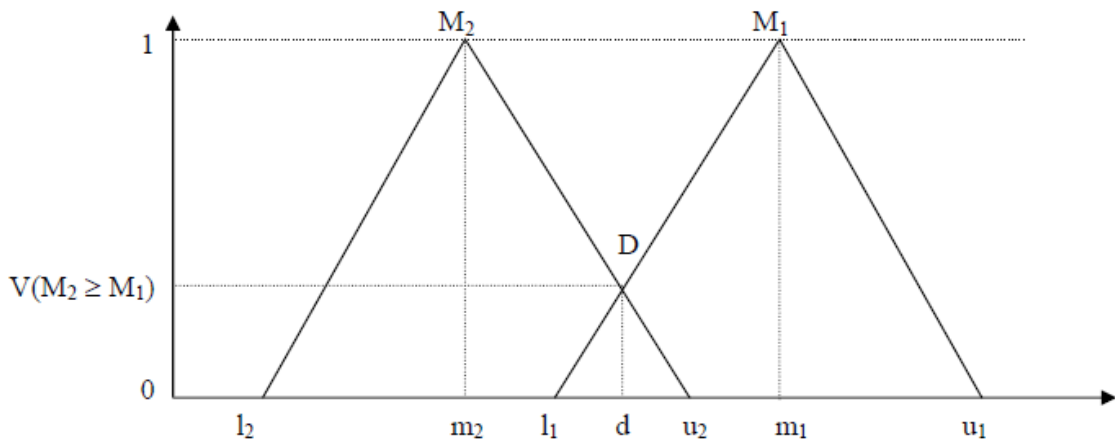
dir. Burada  $d$ ,  $\mu_{M_1}$  ve  $\mu_{M_2}$  arasındaki en yüksek kesişim noktasının (D noktasının) ordinatıdır.

$M_1 = (l_1, m_1, u_1)$  ve  $M_2 = (l_2, m_2, u_2)$  olduğunda D'nin ordinatı

$$V(M_2 \geq M_1) = \text{hgt}(M_1 \cap M_2) = \left( \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} \right) \quad (5.40)$$

denklemleriyle verilir.

$M_1$  ve  $M_2$ 'yi karşılaştırmak için  $V(M_1 \geq M_2)$  ve  $V(M_2 \geq M_1)$  değerlerinin her ikisine de ihtiyacımız vardır.



Şekil 5.1 Bulanık sayıların en yüksek D kesişim noktası (Üzgün,2006)



**Tanım 5.3** Bir konveks bulanık sayının k tane konveks bulanık sayıdan,  $M_i$  ( $i = 1, 2, \dots, k$ ), daha büyük olması için olabilirliğinin derecesi aşağıdaki şekilde tanımlanır.

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = V[(M \geq M_1) \text{ ve } (M \geq M_2) \text{ ve } \dots \text{ ve } (M \geq M_k)]$$

$$= \min V(M \geq M_i), i=1, 2, 3, \dots, k. \quad (5.41)$$

$k = 1, 2, \dots, n; k \neq i$  için

$$d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k) \quad (5.42)$$

olduğunu varsayalım. Bu durumda ağırlık vektörü

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (5.43)$$

şeklinde verilir. Burada  $A_i$ ' ler ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) n tane elemandır.

Bu değerleri normalize ederek, normalize edilmiş ağırlık vektörünü elde ederiz.

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T \quad (5.44)$$

Burada W bulanık bir sayı değildir (Üzgün [69]).

### 5.3 Bulanık Topsis

İnsan yargıları genelde belirsizdir ve sayısal değerlerle ifade etmek mümkün olamayabilir. Daha gerekli bir yaklaşım, sayısal değerler yerine dilsel değerlerin kullanılması olabilir. Diğer bir ifadeyle problemdeki karar kriterlerinin hem deneyleri dilsel değişkenlerle ifade edilebilir (Chen [77]).

Bulanık Topsis Yöntemi bulanık ortamlarda grup kararı vermeye yarayan bir yöntemdir. Yöntem kolay anlaşılabilir ve efektif şekilde ÇKKV problemlerinde hem nitel hem de nicel datalara uygulanabilir. Bulanık Topsis Yöntemi bulanık ortamda çoklu kritere dayalı, az karar verici ve alternatif gruplarının bulunduğu problem için çok uygundur ve ayrıca esnek bir yapıya sahiptir.

Bulanık Topsis yöntemi karar vericilerin karar kriterleri ve alternatifler hakkındaki değerlendirmelerini üçgen veya yamuk bulanık sayılar kullanarak her bir alternatif için yakınlık katsayısı olarak hesaplayan ve sıralayan bir yöntemdir (Wang ve Elhag [78]). Fuzzy TOPSIS yöntemi, bulanık ortamlarda grup kararı vermeye yardımcı olan bir yöntemdir. Yöntemin uygulanabilmesi için karar vericilere, karar kriterlerine ve alternatiflere ihtiyaç duyulur. Karar vericiler, karar kriterleri ve alternatiflerle ilgili düşüncelerini sözel olarak ifade ederler. Fuzzy TOPSIS yönteminin temelinde karar

vericilerin alternatifleri değerlendirirken kullandıkları karar kriterlerinin farklı ağırlıklara sahip olabilmesi yarar. Fuzzy TOPSIS yöntemi yardımıyla karar vericilerin karar kriterleri ve alternatifler hakkındaki değerlendirmeleri üçgen veya yamuk bulanık sayılara dönüştürülerek her bir alternatifin yakınlık katsayısı hesaplanır.

Hesaplanan yakınlık katsayıları yardımıyla alternatifler sıralanır. Yöntem, alternatiflerin değerlendirilmesinde ortaya çıkan subjektifliğin grup kararı vermede ortaya çıkardığı sorunları ortadan kaldırmakta ve daha doğru kararlar verme imkanı sağlamaktadır.

Fuzzy TOPSIS yöntemi, dilsel belirsizliğin olduğu ve grup kararı vermeyi gerektiren problemlerin üzerinde oldukça kullanışlıdır. Karar vericiler, karar kriterlerinin önem düzeyini ve bu karar kriterlerine göre her bir alternatifi değerlendirirler. Kullanılan dilsel değerler ve bu dilsel değerlerin üçgen bulanık sayılar olarak karşılıkları Çizelge 5.4 ve Çizelge 5.5'deki gibidir (Chen [77]).

Çizelge 5.4 Karar kriterlerinin değerlendirilmesinde kullanılan dilsel değerler ve üçgen bulanık sayılar olarak karşılıkları (Chen [77])

Çok Yüksek (ÇY)	(0,9,1,1)
Yüksek (Y)	(0,7,0,9,1)
Biraz Yüksek (BY)	(0,5,0,7,0,9)
Orta (O)	(0,3,0,5,0,7)
Biraz Düşük (BD)	(0,1,0,3,0,5)
Çok Düşük (ÇD)	(0,0,0,1)

Çizelge 5.5 Alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılan dilsel değerler ve üçgen bulanık sayılar olarak karşılıkları (Chen [77])

Çok İyi (Çİ)	(9,10,10)
İyi (İ)	(7,9,10)
Biraz İyi(Bİ)	(5,7,9)
Orta (O)	(3,5,7)
Biraz Kötü (BK)	(1,3,5)
Çok Kötü (ÇK)	(0,0,1)

Bulanık Topsis Yönteminin aşamaları aşağıdaki gibidir (Onursal [79]):

**Adım 1:** Karar vericilerin ve değerlendirme ölçütlerinin belirlenmesi

**Adım 2:** Ölçütlerin Ağırlıklarının belirlenmesi

**Adım 3:** Normalleştirilmiş karar matrisinin oluşturulması

**Adım 4:** Ağırlıklandırılmış karar matrisinin oluşturulması

**Adım 5:** Pozitif ideal ve negatif ideal çözümün belirlenmesi

**Adım 6:** Seçeneklerin pozitif ideal ve negatif ideal çözümden uzaklıklarının hesaplanması

**Adım 7:** Yakınlık katsayılarının hesaplanması

**Adım 8:** Yakınlık katsayısına göre seçeneklerin sıralanması

### 5.3.1 Bulanık Topsis Adımları

TOPSIS yöntemi, çözüm alternatifinin pozitif ideal çözüme en kısa mesafesi ve negatif ideal çözüme en uzak mesafesi düşüncesine göre oluşturulmuştur. Yani ideal çözüme uzaklık karşılaştırması yapılarak, bir sıralama elde edilmektedir. Bu bölümde TOPSIS' in bulanık mantığa uyarlanması anlatılacaktır. Bulanık TOPSIS metodu aşağıdaki adımları içermektedir (Önüt ve Soner [80]).

Bu çalışmada üçgensel bulanık sayılar kullanılacaktır.  $\tilde{a}$  bir üçgensel bulanık sayı olsun. Bu üçgensel bulanık sayı  $(a_1, a_2, a_3)$  olarak tanımlanır.  $\tilde{a}$  üçgensel bulanık sayısı sırasıyla en düşük olası değer, orta olası değer ve en yüksek olası değeri tanımlamaktadır.  $\tilde{a}$  bulanık sayısı aşağıdaki eşitlikte ifade edilmiştir.

$$\mu_{\tilde{a}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a_1 \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1}, & a_1 < x \leq a_2, \\ \frac{a_3 - x}{a_3 - a_2}, & a_2 < x \leq a_3, \\ 0, & x > a_3, \end{cases} \quad (5.45)$$

Bu çalışmada iki bulanık sayı arasındaki mesafe vertex yöntemi kullanılarak hesaplanacaktır.  $\tilde{a} = (a_1, a_2, a_3)$  ve  $\tilde{b} = (b_1, b_2, b_3)$  iki üçgensel bulanık sayı olsun. Vertex metoduna göre bu iki bulanık sayı arasındaki mesafe aşağıda belirtilen formülasyon ile hesaplanır.

$$d(\tilde{a}, \tilde{b}) = \sqrt{\frac{1}{3} \left[ (a_1 - b_1)^2 + (a_2 - b_2)^2 + (a_3 - b_3)^2 \right]} \quad (5.46)$$

Sonrasında problemde sırayla aşağıdaki adımlar uygulanır.

- i. Olası adaylar  $A = \{A_1, A_2, \dots, A_j\}$  olarak adlandırılır. Aday sayısı  $j$  ile belirtilir.
- ii. Değerlendirmede kullanılacak kriterler  $C = \{C_1, C_2, \dots, C_i\}$  olarak belirlenir.  $i$  kriter sayısını belirtir.

- iii. Adayların kriterler ile ilişkili dereceleri  $\tilde{X} = \{\tilde{x}_{ij}, i=1,2,3,\dots,n, j=1,2,3,\dots,j\}$  olarak belirlenir.
- iv. Her kriterin ağırlıkları belirlenir.  $w_i$  ( $i=1,2,3,\dots,n$ )

Problemin matrisi aşağıdaki şekilde oluşturulur.

$$\tilde{X} = \begin{bmatrix} \tilde{X}_{11} & \tilde{X}_{12} & \cdots & \tilde{X}_{1n} \\ \tilde{X}_{21} & \tilde{X}_{22} & \cdots & \tilde{X}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \tilde{X}_{j1} & \tilde{X}_{j2} & \vdots & \tilde{X}_{jn} \end{bmatrix} \quad (5.47)$$

Bulanık toptis adımları aşağıda belirtilmiştir (Önüt ve Soner [80]).

**Adım 1:** Kriterlere göre alternatifler için dilbilimsel oranları  $\tilde{x}_{ij}, i=1,2,\dots,m, j=1,2,\dots,n$ .

Bulanık dilbilimsel oran  $\tilde{x}_{ij}$  normalleştirilmiş üçgensel bulanık sayıların değer kümelerinin  $[0, 1]$  aralığına ait olmasını sağlar. Böylelikle normalleştirme prosedürüne gerek kalmaz.

**Adım 2:** Ağırlıklandırılmış normalize bulanık karar matrisini oluştur. Ağırlıklandırılmış normalize değer  $\tilde{v}_{ij}$ , yi aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\tilde{V} = \left[ \tilde{v}_{ij} \right]_{n \times J} \quad i=1,2,\dots,n, \quad j=1,2,\dots,J \quad (5.48)$$

burada  $\tilde{v}_{ij} = \tilde{x}_{ij}(\cdot)w_i$  ve  $w_i$  ise kriterlerin ağırlıklarını ifade eder.

**Adım 3:** Pozitif ideal ( $A^*$ ) ve negatif ideal ( $A^-$ ) çözümlerini tanımla. Bulanık pozitif ideal çözüm (FNIS,  $A^*$ ) ve bulanık negatif ideal çözüm (FNIS,  $A^-$ ) aşağıda gösterilmiştir:

$$A^* = \left[ v_1^+, \dots, v_2^+ \right] = \left\{ \left( \max_j v_{ij} \mid i \in I' \right), \left( \min_j v_{ij} \mid i \in I'' \right) \right\} \quad (5.49)$$

$$A^- = \left[ v_1^-, \dots, v_2^- \right] = \left\{ \left( \min_j v_{ij} \mid i \in I' \right), \left( \max_j v_{ij} \mid i \in I'' \right) \right\} \quad (5.50)$$

burada  $i=1,2,\dots,n, j=1,2,\dots,J, I', I'',$  fayda kriterlerini ve  $I''$ , maliyet kriterlerini ifade eder.

**Adım 4:** Uzaklık değerleri hesaplanır. n-boyutlu euclidean uzaklığı metoduna göre aşağıdaki eşitlikler yardımıyla, her bir alternatifin pozitif ideal çözümden ve negatif ideal çözümden olan uzaklıkları hesaplanır.

$$D_j^* = \sum_{j=1}^n d(\zeta_j, \tilde{v}_i^*) \quad j = 1, 2, \dots, J \quad (5.51)$$

$$D_j^- = \sum_{j=1}^n d(\zeta_j, \tilde{v}_i^-) \quad j = 1, 2, \dots, J \quad (5.52)$$

**Adım 5:** İdeal çözüme göre göreceli uzaklık hesaplanır.

$$CC_j = \frac{D_j^-}{D_j^* + D_j^-} \quad j = 1, 2, \dots, J \quad (5.53)$$

**Adım 6:** Alternatifler sıralanır.

## 5.4 Bulanık Vikor

### 5.4.1 Bulanık Vikor Yönteminin Adımları

Bulanık Vikor adımları aşağıdaki şekildedir (Chen ve Wang [12]).

**Adım 1:** Mümkün olan alternatifler ve değerlendirme kriterleri ile karar verecek grup belirlenir. m adet alternatif, k adet değerlendirme kriteri ve n adet de karar verecek kişi olduğunu varsayalım. Eşitliklerde kriterler j, alternatifler i, karar vericiler de e ile ifade edilmektedir.

**Adım 2:** Dilbilimsel değişkenler ve bunlara karşılık gelen bulanık değer karşılıkları belirlenir. Dilbilimsel değişkenler kriterlerin önemlerini değerlendirmek ve çeşitli kriterler ile ilişkili olarak alternatiflerin sıralamasının belirlenmesinde kullanılmaktadır.

Kriterlerin önem ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılacak olan dilbilimsel ölçek Çizelge 5.6'da belirtilmiştir.

Çizelge 5.6 Kriterlerin önem ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılan dilbilimsel ölçek (Kaya ve Kahraman [13])

Dilsel Değerler	Üçgen Bulanık Sayılar
Kesinlikle Yüksek (KY)	(2, 5/2,3)
Çok Yüksek (ÇY)	(3/2,2,5/2)
Oldukça Yüksek (OY)	(1,3/2,2)
Biraz Yüksek (BY)	(1,1,3/2)
Eşit (E)	(1,1,1)
Biraz Düşük (BD)	(2/3,1,1)
Oldukça Düşük (OD)	(1/2,2/3,1)
Çok Düşük (ÇD)	(2/5,1/2,2/3)
Kesinlikle Düşük (KD)	(1/3,2/5,1/2)

Alternatiflerin sıralamasında kullanılacak olan dilbilimsel ölçek Çizelge 5.7’de belirtilmiştir.

Çizelge 5.7 Alternatiflerin sıralanmasında kullanılan dilbilimsel ölçek (Kaya ve Kahraman [13])

Dilsel Değerler	Üçgen Bulanık Sayılar
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)

**Adım 3:** Karar verici grubun öneri ve tercihlerine göre kriterlerin bulanık ağırlıkları hesaplanır.

Bulanık ağırlıkların hesaplanması için her bir kriter için karar verici gruptaki tüm kişilerin görüşlerine göre kriterlerin önem ağırlıklarını gösteren bir matris Çizelge 5.6’daki bulanık değerler kullanılarak oluşturulur.

$$\tilde{w}_j = \frac{1}{n} \left[ \sum_{e=1}^n \tilde{w}_j^e \right], j=1,2,\dots,k \quad (5.54)$$

$\tilde{w}_j$ , j. kriterin önem ağırlığıdır.

**Adım 4:** Alternatiflerin sıralamasının belirlenmesinde Çizelge 5.7'deki bulanık değerler kullanılarak alternatifler için karar vericilerin her birinin değerlendirme sonucuna göre alternatiflerin her bir kritere göre normalize edilmiş bulanık karar matrisi oluşturulmaktadır.

Her bir kriter ile ilişkili olarak alternatiflerin sıralaması aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmaktadır.

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{1}{n} \left[ \sum_{e=1}^n \tilde{x}_{ij}^e \right], i=1,2,\dots,m \quad (5.55)$$

$$\tilde{D} = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \cdots & C_k \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \cdots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \cdots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \cdots & \tilde{x}_{mk} \end{bmatrix} & & & \end{matrix} \quad i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,k \quad (5.56)$$

Normalize edilmiş bulanık karar matrisi eşitlik (5.56)'da belirtilmiştir.

$\tilde{x}_{ij}$ ,  $C_j$  kriteri ile ilişkili olarak  $A_i$  alternatifinin sıralamasını göstermektedir.

**Adım 5:** Bulanık en iyi (FBV) ve bulanık en kötü değerlere (FWV) karar verilir.

$$\tilde{f}_i^* = \max_i \tilde{x}_{ij}, \tilde{f}_j^- = \min_i \tilde{x}_{ij} \quad (5.57)$$

**Adım 6:**  $\tilde{S}_i$ ,  $\tilde{R}_i$  ve  $\tilde{w}_j \left( \frac{\tilde{f}_j^* - \tilde{x}_{ij}}{\tilde{f}_j^* - \tilde{f}_j^-} \right)$  değerleri hesaplanır.  $\tilde{S}_i$ ,  $A_i$  alternatifi ile

ilişkili tüm kriterlerin bulanık en iyi değerden olan uzaklıklarının toplamı ile hesaplanmaktadır.  $\tilde{R}_i$  ise j. kriter ile ilişkili  $A_i$  alternatifinin bulanık en iyi değere olan maksimum uzaklığıdır.

$$\tilde{S}_i = \sum_{j=1}^k \tilde{w}_j \left( \frac{\tilde{f}_j^* - \tilde{x}_{ij}}{\tilde{f}_j^* - \tilde{f}_j^-} \right) \quad (5.58)$$

$$\tilde{R}_i = \max_j \left[ \tilde{w}_j \left( \frac{\tilde{f}_j^* - \tilde{x}_{ij}}{\tilde{f}_j^* - \tilde{f}_j^-} \right) \right] \quad (5.59)$$

**Adım 7:**  $\tilde{S}^*$ ,  $\tilde{S}^-$ ,  $\tilde{R}^*$ ,  $\tilde{R}^-$ ,  $\tilde{Q}_i$  değerleri hesaplanır.

$$\tilde{S}^* = \min_i \tilde{S}_i \quad \tilde{S}^- = \max_i \tilde{S}_i \quad (5.60)$$

$$\tilde{R}^* = \min_i \tilde{R}_i \quad , \quad \tilde{R}^- = \max_i \tilde{R}_i \quad (5.61)$$

$$\tilde{Q}_i = v(\tilde{S}_i - \tilde{S}^*) / (\tilde{S}^- - \tilde{S}^*) + (1-v)(\tilde{R}_i - \tilde{R}^*) / (\tilde{R}^- - \tilde{R}^*) \quad (5.62)$$

$\tilde{S}^*$ ,  $\min \tilde{S}_i$  değeridir.  $\tilde{S}_i$  ise maksimum grup faydasıdır.  $\tilde{R}^*$ ,  $\min \tilde{R}_i$  değeridir.  $\tilde{R}_i$ , karşıt

görüştekilerin minimum pişmanlığını ifade eder. Bundan dolayı  $\tilde{Q}_i$ , hem grup faydasını hem de karşıt görüştekilerin pişmanlığını içerir. “v” değeri maksimum grup faydasını sağlayan strateji için ağırlığı ifade ederken, (1-v) karşıt görüştekilerin minimum pişmanlığının ağırlığını ifade etmektedir (Opricovic ve Tzeng, 2007). Uzlaşma, “çoğunluk oyu” (v > 0,5) ile, “konsensus” (v = 0,5) ile veya “veto” (v < 0,5) ile sağlanabilir.

**Adım 8:** Üçgensel bulanık sayı olarak hesaplanan  $\tilde{Q}_i$  değerleri kesin değerlere dönüştürülür. Bulanık sayıların kesin sayılara dönüştürülmesinde kullanılan çeşitli stratejiler bulunmaktadır. Bu yöntemlerden bazıları aşağıdaki şekildedir.

### 1. Grupların maksimizasyonu ve grupların minimizasyonu yöntemleridir.

Grup maksimizasyonu  $R = \{(x, f_R(x)) | x \in R\}$  ve  $f_R(x) = \begin{cases} (x-x_1)/(x_2-x_1), & x_1 \leq x \leq x_2 \\ 0 & \end{cases}$  ile

tanımlanır.

Grup minimizasyonu  $L = \{(x, f_L(x)) | x \in R\}$  ve  $f_L(x) = \begin{cases} (x-x_2)/(x_1-x_2), & x_1 \leq x \leq x_2 \\ 0 & \end{cases}$  ile

tanımlanır.

Sağ fayda  $U_R(\tilde{Q}_i)$  aşağıdaki şekilde tanımlanır.

$$U_R(\tilde{Q}_i) = \sup_x (f_Q(x) \wedge f_R(x)) \quad (5.63)$$

Sol fayda  $U_L(\tilde{Q}_i)$  aşağıdaki şekilde tanımlanır.

$$U_L(\tilde{Q}_i) = \sup_x (f_Q(x) \wedge f_L(x)) \quad (5.64)$$

Toplam fayda  $U_T(\tilde{Q}_i)$  aşağıdaki şekilde tanımlanır.



$$U_T(\tilde{Q}_i) = [U_R(\tilde{Q}_i) + 1 - U_L(\tilde{Q}_i)]/2 \quad (5.65)$$

Alternatiflerin sıralanmasında kullanılacak  $Q_i$ ,  $\tilde{Q}_i$ 'nin bulanıksızlaştırılmış halidir. Alternatif sıralamasında en küçük değere sahip olan  $Q_i$  seçilir.

## 2. Düzeltilmiş Ortalama Bütünleşme Yaklaşımı (Graded Mean Integration Approach)

Bu yaklaşıma göre bir bulanık sayı  $C = (c_1, c_2, c_3)$  kesin sayıya aşağıdaki eşitlik ile dönüştürülür.

$$P(\tilde{C}) = C = \frac{c_1 + 4c_2 + c_3}{6} \quad (5.66)$$

**Adım 9:** Aşağıdaki iki koşul sağlanırsa, en iyiyi  $Q$  (minimum) değerlerine göre sıralayan alternatif  $a'$  uzlaştırıcı çözüm olarak önerilir.

### ***C<sub>1</sub> Kabul Edilebilir Avantaj***

$$Q(a'') - Q(a') \geq DQ \quad (5.67)$$

burada  $a''$  değeri,  $Q$  değerine göre sıralamada ikinci sırayı alan alternatiftir.

$$DQ = 1/(J-1); \quad (5.68)$$

$J$  alternatif sayısını gösterir.

### ***C<sub>2</sub> Karar Vermede Kabul Edilebilir İstikrar***

Ayrıca alternatif  $a'$ ,  $S$  ve/veya  $R$  değerlerine göre sıralanan en iyi alternatiftir. Bu uzlaşık çözüm karar verme sürecinde istikrarlıdır. Eğer bu iki durumdan bir tanesi sağlanmazsa uzlaşık çözüm kümesi şu şekilde önerilir:

- Eğer  $C_2$  durumu sağlanmıyorsa  $a'$  ve  $a''$  alternatifleri

- Eğer  $C_1$  durumu sağlanmıyorsa  $a'$ ,  $a''$ , ...,  $a(M)$  alternatifleri ve değeri maksimum  $M$  için

$Q(a(M)) - Q(a') < DQ$  belirlenir.

-  $Q$  değerlerine göre sıralanan en iyi alternatif, minimum  $Q$  değerine sahip alternatiflerden biridir (Opricovic ve Tzeng [59]).

# TİCARİ BİR BANKADA PORTFÖY YÖNETİCİLERİNİN PERFORMANSLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ SÜRECİNDE BULANIK KARAR VERME TEKNİKLERİNİN UYGULANMASI

## 6.1 Giriş

Bu tezde Türkiye’de hizmet veren bir bankanın seçilen bir şubesindeki bireysel portföy yöneticilerinin performansları bulanık karar verme teknikleri kullanılarak değerlendirilmiştir.

## 6.2 Uygulamanın Yapıldığı Ticari Banka Hakkında

### 6.2.1 Tarihçe

Uygulamanın yapıldığı banka 1938 yılında, gelişmekte olan Türk denizcilik sektörüne finansman sağlamak üzere bir devlet bankası olarak kurulmuştur. 1997 yılının başında bir bankacılık lisansı olarak bir holding tarafından Özelleştirme İdaresi’nden isim hakkı olarak satın alınan banka, Ekim 2006’da yabancı bir bankaya satılmış olup faaliyetine bu yabancı kuruluş bünyesinde devam etmektedir.

### 6.2.2 Misyon

Bankanın misyonu, finansal hizmetlerde bir süpermarket yaklaşımı benimseyerek sektördeki konumu, imajı ve kurumsal nitelikleri ile hissedar değerlerini arttırmak, böylece hissedar, çalışan ve müşterilerin memnuniyetini sağlamaktır.

### 6.2.3 Vizyon

Sürdürülebilir ve karlı büyümeyi sağlayarak Türkiye'deki ilk beş banka arasında yer alıp uluslararası finansal ortamın bölgemizdeki en güçlü ortağı olmaktır. Söz konusu bölge Orta Doğu, Kafkaslar, Balkanlar ve CIS ülkeleridir.

### 6.3 Bulanık AHP, Bulanık Topsis ve Bulanık Vikor Metodları Uygulanarak Portföy Yöneticilerinin Performanslarının Değerlendirilmesi

Uygulamanın yapıldığı bankada bireysel portföy yöneticilerine (bireysel satış danışmanları) belli kriterler doğrultusunda prim sistemi uygulanmaktadır. Uygulanan bu prim sistemine göre primler, yılda dört defa, her bir çeyreğin bitiminde hesaplanarak, bankadaki diğer işkollarıyla aynı tarihlerde çalışanlara ödenmektedir.

Bireysel portföy yöneticilerine ödenecek olan prim uygulanmasında dağıtılacak primler üç kategoriden oluşmaktadır. Bu kategoriler ana ve alt kriterler olarak belirlenmiştir.

Ana kriterler hedef gerçekleştirme performansı, banka diğer ürünler performansı ve aktif müşteri piramididir. Bu ana kriterler de kendi içlerinde önem derecelerine göre alt kriterleri içermektedir. Ana ve alt kriterlerin belirlenmesinde bankanın CRM bölümü tarafından hazırlanan bireysel bankacılık pupa prosedüründen ve CRM bölümü'nde çalışan uzman kişilerin görüşlerinden yararlanılmıştır. Hedef gerçekleştirme performansı ve banka diğer ürünler performansının alt kriterleri bireysel satış danışmanının ürün portföyünü içeren alt kriterlerden oluşmaktadır. Hedef gerçekleştirme performansının alt kriterleri; vadesiz TL, vadesiz DTH, vadeli TL, TL kredi, BHG (bankacılık hizmet gelirleri) olarak belirlenmiştir. Banka diğer ürünler performansının alt kriterleri; kurum, maaş ve okul ödemeleri (ödemeler), kredi kartı, sigorta ve BES (bireysel emeklilik sistemi) olarak belirlenmiştir. Aktif müşteri piramidinin alt kriterlerini banka genelinde portföy yöneticisinin sahip olduğu müşteri portföyü oluşturmaktadır. Banka tarafından tanımlanan kurallar çerçevesinde portföy yöneticilerinin müşterileri, müşterilerin aktiflik, ürün sahiplik ya da ürün eğilimlerine göre farklı segmentlerden oluşmaktadır. Bundan dolayı aktif müşteri piramidi kriterinin alt kriterlerini, bankanın belirlemiş olduğu müşteri segment grupları oluşturmaktadır. Bu segment grupları ve aktif müşteri piramidi kriterinin alt kriterlerini altın, platin, gümüş ve bronz segmentlerindeki müşteriler oluşturmaktadır.

Yukarıda belirtilen kriterler doğrultusunda bankanın şubelerinden biri olan Zincirlikuyu şubesinden seçilmiş olan iki bireysel portföy yöneticisinin performansları bulanık ahp, bulanık topsis ve bulanık vikor yöntemleri ile değerlendirilecektir.

### 6.3.1 Kriterler

Bankanın Zincirlikuyu Şubesi'nde çalışan bireysel portföy yöneticilerinin performanslarının değerlendirilmesinde dikkate alınacak olan kriterler aşağıda detaylı olarak incelenmektedir.

#### 6.3.1.1 Hedef Gerçekleşme Performansı

Hedef performansı, verilen bütçe hedef kalemlerinin Bireysel Bankacılık İşkolu önceliklerine göre ağırlıklandırılması ve her bir kalemde hedef ulaşım oranlarına verilen puan neticesinde hesaplanmaktadır.

Gerçekleşen değerlerde aylık ortalama bakiyeler dikkate alınmaktadır. Portföy yöneticilerinin hedef gerçekleştirme yüzdeleri hesaplanırken bu ürüne ait toplam gerçekleşen bakiye, yine aynı ürüne ait hedefe bölünmektedir. Döviz olan kalemler TL'ye çevrilmektedir. Kur çevriminde USD ortalama döviz satış kuru kullanılmaktadır. (Ay sonu için bütün ayın kurları toplanıp ayın gün sayısına bölünmektedir.)

Hedef gerçekleşme performansının alt kriterleri aşağıda belirtilmiştir.

- **Vadesiz TL:** Vadesiz TL mevduat hesapları bankalar için en önemli kaynaklardan biridir. Gerçek veya tüzel kişilerin, istenildiğinde veya belirli bir vade sonunda çekilmek üzere bankalara bir faiz karşılığı veya faizsiz yatırdıkları Türk parası veya yabancı paraya mevduat denir. Mevduatı, kısaca bankaların müşterilerinden aldığı borç para şeklinde de tanımlayabilir. Vadesiz mevduatlar ise müşterilerin paralarını herhangi bir faiz karşılığı olmadan bankaya yatırdıkları paradır. Vadesiz hesapların önemi büyüktür; çünkü bu hesaplar ile ödeme işlemleri gerçekleştirilebilir. Genellikle vadesiz mevduat hesabı ile havale gönderilebilir, çek yazılabilir, para çekilebilir ve gerektiğinde ise döviz alım-satım işlemleri ve kurum ödemeleri gerçekleştirilebilir. Bankalar için müşterinin bankada vadesiz mevduat hesabının olması, bu müşteriye başka ürünler pazarlama imkanını da sağlamaktadır. Vadesiz TL mevduatların faizsiz olması ve hesap işletim ücreti gibi ek ücretleri de içermesi bankalar için önemini daha da artırmaktadır.

Bundan dolayı vadesiz TL mevduatlar hedef gerçekleşme performansının en yüksek önem ağırlığına sahip kalemlerinden biridir.

- **Vadesiz DTH:** Yabancı para vadesiz mevduatlar, vadesiz TL mevduatlar ile kıyaslandığında müşterilerin yatırım amaçlı açmış oldukları mevduat hesaplarıdır. Bankaların yabancı para vadesiz mevduat hesaplarından getirileri, belirlemiş oldukları banka döviz alış ve banka döviz satış değerlerine göre değişiklik göstermektedir. Yatırım amaçlı açılan hesaplar olduğundan dolayı bu hesaplardan vadesiz TL mevduat hesaplarında olduğu gibi işlem yapılması beklenmez. Bundan dolayı vadesiz DTH hesaplar, vadesiz TL hesaplar ile kıyaslandığında hedef gerçekleşme performansı kalemleri arasında vadesiz TL hesaplardan daha düşük önem ağırlığına sahiptirler.

- **Vadeli TL / DTH:** Vadeli TL /DTH hesaplar, müşterilerin yatırım amaçlı açmış oldukları hesaplardır. Vadeli mevduat hesapları, belirli bir süre sonunda geri çekilmek şartıyla açılmış, bir günden daha uzun vadeli mevduat hesaplarıdır. Bankaların belirlemiş oldukları faiz oranları ile 1 aya kadar, 3 aya kadar, 6 aya kadar ve 1 yıla kadar vadeli mevduat hesabı açılabilir. Vadeli hesapların vade sonu gelmeden kısmen çekilmesi durumunda müşterilerin kazanılan faizden yararlanamayacak olmaları vadeli mevduatların vade süresi gelene kadar bankalarda tutulmasına neden olur. Bundan dolayı vadeli TL /DTH mevduat hesapları bankalar için vadesiz TL hesaplardan sonra en önemli ikinci kaynaktır.

- **TL Kredi:** Bankalar arası rekabetin iyice arttığı günümüzde kredi kampanyaları, bankalar için çok önemli bir rekabet unsurudur. Bu amaçla bankalar çeşitli faiz oranlarındaki kredi kampanyalarını şube, internet şube, sms, web ve atm gibi çeşitli dağıtım kanallarından müşterilerine sunmaktadırlar. Krediler aynı zamanda bankaların yeni müşteriler kazanmasında da oldukça önemlidir. Bankaların bu amaçla müşterilerine sağladıkları başlıca krediler bulunmaktadır. Bireysel ihtiyaç kredileri, taşıt kredileri, konut kredileri, işletme ve ticari krediler ana krediler olmakla beraber kullanım amaçlarına göre de ana krediler kendi içlerinde de çeşitlenmektedir. Örneğin bankalar bireysel ihtiyaç kredilerini eğitim kredisi, kredili mevduat hesabı ya da kendi çalışanlarına özel personel kredisi gibi çeşitlendirmektedirler. Kredilerin belli bir faiz ile bankadan alınan borç para olması ve borcun vade süresinde ödenmemesi durumunda uygulanan gecikme faizleri ile kredi dosya masrafları ve bankaların diğer ürünlerini de satmak amacıyla ekledikleri işsizlik sigortası, hayat sigortası gibi sigorta ücreti bedelleri de bankaların kredilerden elde ettikleri başlıca getirilerdir. Bundan dolayı TL krediler

hedef gerekleŖme performansının en yüksek önem ağırlığına sahip kalemlerinden biridir.

- **BHG ( Bankacılık Hizmet Gelirleri):** Aylık bankacılık hizmet gelirleri (btye göre) toplamı aylık Bankacılık Hizmet Geliri hedefine bölünmektedir. Bankacılık hizmet gelirleri masraf komisyon gelirlerini içermektedir. Masraf komisyon gelirleri izelge 6.1’de belirtilmiŖtir.

Çizelge 6.1 Masraf komisyon gelirleri

MASRKOM GRUP ADI	MASRKOM ALTGRUP ADI
BANKACILIK HİZMET GELİRLERİ - BÜTÇEYE GÖRE	EK KARNESİ BEDELLERİ TL
	DİĞER BHG KOMİSYONLARI TL
	DOSYA MASRAF KARŖILIKLARI TL
	EFEKTİF ALIM SATIM KOMİSYONLARI TL
	EKSPERTİZ ÜCRETLERİ TL
	HAVALE VE EFT KOMİSYONLARI TL
	HESAP YÖNETİM ÜCRETLERİ TL
	KART ÜCRETLERİ TL
	KİRALIK KASA KOMİSYONLARI TL
	MOBİL POS HESAP YÖNETİM ÜCRETİ TL
	SEYAHAT ÇEKLERİ ÜCRETLERİ TL
	ATM KOMİSYON GELİRLERİ TL
	POS KOM.GELİRLERİ TL
	MORTGAGE ERKEN ÖDEME ÜCRETİ TL
	DİĞER BHG KOMİSYONLARI YP
	DOSYA MASRAF KARŖILIKLARI YP
	EFEKTİF ALIM SATIM KOMİSYONLARI YP
	EKSPERTİZ ÜCRETLERİ YP
	HAVALE VE EFT KOMİSYONLARI YP
	HESAP YÖNETİM ÜCRETLERİ YP
	KİRALIK KASA KOMİSYONLARI YP
	SEYAHAT ÇEKLERİ ÜCRETLERİ YP
ATM KOMİSYON GELİRLERİ YP	

Hedef gerekleŖme performansı kalemlerinin uygulamanın yapıldığı banka için önem ağırlıklarının en yüksekten en aza göre sıralaması; vadesiz TL, TL kredi, vadeli mevduat (TL/DTH), vadesiz DTH ve BHG (bankacılık hizmet gelirleri) Ŗeklinindedir.

### 6.3.1.2 Banka Diğer Ürünler Performansı

Banka diğer ürünler performansı bankanın kurum, maaş ve okul ödemeleri, kredi kartları, sigorta, ve bireysel emeklilik ürünleri gibi diğer ürün portföylerinden oluşmaktadır.

- **Kurum, Maaş ve Okul Ödemeleri (Ödemeler):** Kurum, maaş ve okul ödemeleri bankalar için banka diğer ürünler performansındaki en yüksek önem ağırlığına sahip olan kriterdir. Özellikle bankalar için maaş ve okul ödemeleri toplu müşteri kazanımı anlamına geldiğinden çok önemlidir. Kurum ödemeleri de müşterilerin bankada hesaplarının olmasını gerektirdiğinden ve bankaların uyguladığı otomatik ödeme talimatı gibi uygulamalar nedeniyle banka için kalıcı müşteri anlamına gelmektedir.

- **Kredi Kartı:** Kredi kartları bankaların rekabet üstünlüğü sağlamasında en önemli ürünlerden biridir. Bu amaçla bankalar çeşitli kredi kartı kampanyaları ile farklı kanallardan (e-mail, atm, internet şube, sms, iletişim merkezi) müşterilerine ulaşılmaktadır. Kredi kartları, bankaların anlaşmış olduğu firmaların da kampanyaya dahil edilmesi nedeniyle müşteriye de avantajlar sağlamaktadır. Kredi kartlarının müşterilere sağladığı avantajlardan biri, müşterinin harcama yaptıkça puan kazanmasıdır. Kredi kartlarından bankaların da kazançları bulunmaktadır. Bankada mevduat hesabı olmayan kişilere de kredi kartı verilmesi, bankanın müşteri potansiyelinin artmasını sağlar. Kredi kartından yapılan harcamalara uygulanan faizler ve kredi kartının çeşidine ve limitine bağlı olarak değişen yıllık kart ücretleri bankaların kredi kartlarından sağladıkları en büyük getirilerdir. Bundan dolayı kredi kartları, banka diğer ürünler performans kalemleri arasında ikinci en yüksek önem ağırlığına sahip olan kriterdir.

- **Sigorta ve Bireysel Emeklilik Sistemi:** Bankaların sağlamış oldukları sigorta ve bireysel emeklilik ürünleri genelde sektörde sigortacılık hizmeti veren kuruluşlara ait olup; kendi emeklilik ve sigorta ürünlerini müşterilerine pazarlayan bankalar da bulunmaktadır. Uygulamanın yapıldığı bankada kendi iştirak'i olan kuruluşa ait sigorta ve emeklilik ürünlerini müşterilerine sunmaktadır. Bundan dolayı bu ürünlerin müşteriye satılması uygulama yapılan banka için önemli olup; banka diğer ürünler performans kalemleri arasında yer alan kriterdir.

Banka diğer ürünler performans kalemlerinin uygulamanın yapıldığı banka için önem ağırlıklarının en yüksekte en aza göre sıralaması; kurum, maaş ve okul ödemeleri, kredi kartı ve sigorta / BES (Bireysel Emeklilik Sistemi) şeklindedir.

### **6.3.1.3 Aktif Müşteri Piramidi**

İşkollarındaki aktif müşterilerin bankaya kazandırdıkları gelire göre segmente edilerek oluşturulan değerlendirme sistemidir. Bankanın belirlediği prosedüre göre aktif müşteriler minimum 1 adet aktif ürünü olan müşterilerdir. Aktif ürün, muhasebe hareketi görmüş yada bakiye yaratmış olan ürün anlamına gelmektedir. Aktif müşteri piramidi, müşterilerin geçmiş 12 aylık karlarının toplamına göre hesaplanır ve 12 aydan kısa süredir çalışan müşterilerin mevcut karları yıllandırılarak hesaplama yapılır. Aktif müşteri piramidi içerisinde müşteriler karlılıklarına göre platin, altın, bronz ve gümüş olmak üzere 4 segmente ayrılırlar. Müşterinin piramit içindeki segmenti aylık olarak hesaplanmaktadır. Aktif müşteri piramidi, portföy yöneticisinin sahip olduğu müşterilerin bankaya sağladıkları karlılığa göre hesaplandığından bireysel portföy yöneticilerinin performanslarının değerlendirilmesinde önemli bir kriterdir. Aktif müşteri kazanımı ve aktif müşteri piramidindeki yukarı yönlü hareketler de bireysel portföy yöneticilerine bu piramitlerin segment sınırlarının yıllık karın banka tarafından belirlenen yüzdesine göre prim verilmektedir.

Affluent (varlıklı müşteriler) ve Mass (Kitle) müşteriler için farklı segment kriterleri bulunmaktadır. Uygulamada bireysel portföy yöneticilerinin Affluent (varlıklı müşteriler) müşterilerin segment dağılımları dikkate alınmıştır.

- Platin: Banka için yıllık karlılığı 7500 TL'den fazla olan müşteriler aktif müşteri piramidinde platin grubunu oluşturmaktadır.
- Altın: Banka için yıllık karlılığı 2500 TL ve 7500 TL arasında olan müşteriler aktif müşteri piramidinde altın grubunu oluşturmaktadır.
- Gümüş: Banka için yıllık karlılığı 500 TL ve 2500 TL arasında olan müşteriler aktif müşteri piramidinde gümüş grubunu oluşturmaktadır.
- Bronz: Banka için yıllık karlılığı 500 TL'den az olan müşteriler aktif müşteri piramidinde bronz grubunu oluşturmaktadır.

Aktif müşteri piramidi kalemlerinin uygulamanın yapıldığı banka için önem ağırlıklarının en yüksekte en aza göre sıralaması; platin, altın, gümüş ve bronz şeklindedir.



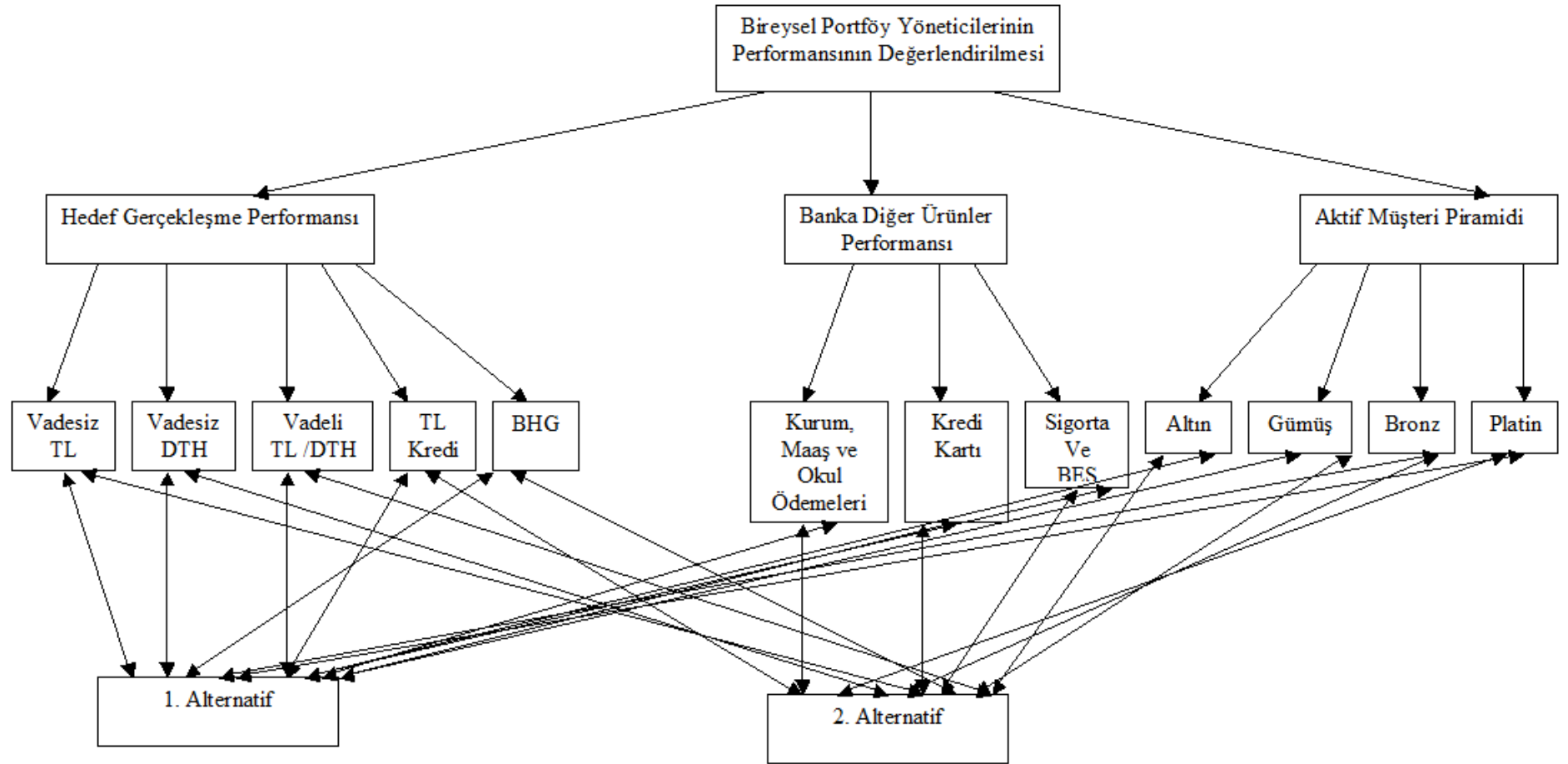
### 6.3.2 Alternatifler

Bölüm 6.3.1’de belirlenen kriterler doğrultusunda bankanın Zincirlikuyu şubesinde çalışan iki bireysel portföy yöneticisinin Nisan ayı için performansları karşılaştırılacaktır. Banka genelinde bireysel portföy yöneticileri bireysel satış yöneticileri ve bireysel danışmanlar olarak iki bölüme ayrılmaktadır. Bireysel danışmanlar kendi sicil numaralarına tanımlı portföy kodu bulunan çalışanlardır. Banka genelinde bir bireysel danışmanın portföy kodu, şube kodu, iş kolu bilgilerinden oluşmaktadır. Örneğin; Zincirlikuyu şubesinde çalışan bir bireysel danışmanın portföy kodu 9142B00X şeklinde tanımlanmaktadır. Portföy tanımındaki 9142 şube kodu, B bireysel işkolunun kısaltması, X ise şubedeki portföy sayısına göre belirlenmektedir. Belirtilen şekilde kendilerine ait portföy kodu tanımı olan bireysel danışmanlar için bankanın belirlemiş olduğu prosedürlere göre bireysel performans hedefleri verilmektedir. Bireysel danışmanların portföyündeki müşterileri, bankadaki varlık dağılımı yüksek olan müşteriler oluşturmaktadır.

Bireysel satış yöneticilerinin müşteri portföyünü ise, banka genelinde daha düşük varlık dağılımına sahip müşteriler ve potansiyel müşteriler oluşturmaktadır. Bireysel satış yöneticileri bireysel danışmanlardan farklı olarak, kendi sicil numaralarına tanımlı bireysel portföy koduna sahip değildirler. Şubedeki tüm bireysel satış yöneticileri genel bir bireysel kitle portföy koduna sahiptirler. Örneğin, 9142B000 portföy kodu, 9142 şube koduna sahip şubedeki bireysel satış yöneticilerinin hepsi için tanımlanmış olan portföy kodudur. Kitle portföy yöneticileri için banka tarafından toplu hedefler verilmektedir. Verilen hedeflere göre bireysel portföyün hedef gerçekleştirme yüzdesine göre yapılan hesaplara göre kazanılan prim, bu kitle portföyü oluşturan bireysel satış yöneticileri arasında eşit olarak bölüştürülmektedir.

Banka genelinde, kitle portföy yöneticilerinin performansı toplu olarak değerlendirildiğinden yapılan uygulamada, Zincirlikuyu şubesinde çalışan kitle portföylerin performans değerlendirmesi yapılmayacaktır. Şubede çalışan bireysel danışmanların performansları bulanık ahp, bulanık topsis ve bulanık vikor yöntemleri ile değerlendirilecektir.

Kriterler ve alternatifler belirlendikten sonra oluşturulan hiyerarşik yapı Şekil 6.1’de verilmiştir.



Şekil 6.1 Kriterlerin hiyerarşik yapısı

### 6.3.3 Bulanık AHP Yöntemi ile Portföy Yöneticilerinin Performanslarının Değerlendirilmesi

#### 6.3.3.1 İkili Karşılaştırma Matrislerinin Oluşturulması

Kriterlerin birbirlerine göre önem derecelerinin belirlenmesinde uygulama yapılan bankanın bireysel işkolu tarafından hazırlanan ve insan kaynakları bölümü tarafından da koordinasyonu sağlanan prim prosedürü dokümanından ve CRM bölümünde çalışan uzman kişilerden yararlanılmıştır. Her bir ana kriter için belirlenmiş olan alt kriterler kendi aralarında karşılaştırılmış ve son olarak da her bir alt kritere göre alternatifler kendi aralarında karşılaştırılmıştır.

Çizelge 6.2’de kriterlerin ve alternatiflerin ikili karşılaştırmalarında kullanılacak üçgensel bulanık sayılar tablosu belirtilmiştir.

Çizelge 6.2 Göreli önem ölçeği

Dilsel Değerler	Üçgen Bulanık Sayılar
Kesinlikle Yüksek (KY)	(2, 5/2,3)
Çok Yüksek (ÇY)	(3/2,2,5/2)
Oldukça Yüksek (OY)	(1,3/2,2)
Biraz Yüksek (BY)	(1,1,3/2)
Eşit (E)	(1,1,1)
Biraz Düşük (BD)	(2/3,1,1)
Oldukça Düşük (OD)	(1/2,2/3,1)
Çok Düşük (ÇD)	(2/5,1/2,2/3)
Kesinlikle Düşük (KD)	(1/3,2/5,1/2)

Bireysel portföy yöneticilerinin performanslarının değerlendirilmesinde kullanılacak olan kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 6.3’de gösterilmiştir.

Çizelge 6.3 Kriterlerin karşılaştırma matrisi

	Vadesiz TL	Vadesiz DTH	Vadeli	TL Kredi	BHG	Ödemeler	Kredi Kartı	Sigorta BES	Altın	Gümüş	Bronz	Platin
Vadesiz TL	(1,1,1)	(1,3/2,2)	(1,1,3/2)	(1,1,1)	(1,3/2,2)	(2/3,1,1)	(1,3/2,2)	(1,3/2,2)	(3/2,2,5/2)	(2, 5/2,3)	(2,5/2,3)	(1,1,3/2)
Vadesiz DTH	(1/2,2/3,1)	(1,1,1)	(2/3,1,1)	(1/2,2/3,1)	(1,1,1)	(2/3,1,1)	(1,1,3/2)	(1,1,3/2)	(1,1,3/2)	(1,3/2,2)	(1,3/2,2)	(1,1,3/2)
Vadeli	(2/3,1,1)	(1,1,3/2)	(1,1,1)	(2/3,1,1)	(1,1,3/2)	(2/3,1,1)	(1,3/2,2)	(1,1,3/2)	(1,1,3/2)	(1,3/2,2)	(1,3/2,2)	(1,1,3/2)
TL Kredi	(1,1,1)	(1,3/2,2)	(1,1,3/2)	(1,1,1)	(1,3/2,2)	(2/3,1,1)	(1,3/2,2)	(1,3/2,2)	(3/2,2,5/2)	(2, 5/2,3)	(2,5/2,3)	(1,1,3/2)
BHG	(1,3/2,2)	(1,1,1)	(2/3,1,1)	(1/2,2/3,1)	(1,1,1)	(2/3,1,1)	(1,1,3/2)	(1,1,3/2)	(1,1,3/2)	(1,3/2,2)	(1,3/2,2)	(1,1,3/2)
Ödemeler	(1,1,3/2)	(1,1,3/2)	(1,1,3/2)	(1,1,3/2)	(1,1,3/2)	(1,1,1)	(1,3/2,2)	(3/2,2,5/2)	(3/2,2,5/2)	(2, 5/2,3)	(2,5/2,3)	(1,1,3/2)
Kredi Kartı	(1/2,2/3,1)	(2/3,1,1)	(1/2,2/3,1)	(1/2,2/3,1)	(2/3,1,1)	(1/2,2/3,1)	(1,1,1)	(1,1,3/2)	(1,1,3/2)	(1,3/2,2)	(1,3/2,2)	(1,1,3/2)
Sigorta BES	(1/2,2/3,1)	(2/3,1,1)	(2/3,1,1)	(1/2,2/3,1)	(2/3,1,1)	(2/5,1/2,2/3)	(2/3,1,1)	(1,1,1)	(1,1,3/2)	(1,3/2,2)	(1,3/2,2)	(1,1,3/2)
Altın	(2/5,1/2,2/3)	(2/3,1,1)	(2/3,1,1)	(2/5,1/2,2/3)	(2/3,1,1)	(2/5,1/2,2/3)	(2/3,1,1)	(2/3,1,1)	(1,1,1)	(1,1,3/2)	(1,1,3/2)	(1/2,2/3,1)
Gümüş	(1/3,2/5,1/2)	(1/2,2/3,1)	(1/2,2/3,1)	(1/3,2/5,1/2)	(1/2,2/3,1)	(1/3,2/5,1/2)	(1/2,2/3,1)	(1/2,2/3,1)	(2/3,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1/3,2/5,1/2)
Bronz	(1/3,2/5,1/2)	(1/2,2/3,1)	(1/2,2/3,1)	(1/3,2/5,1/2)	(1/2,2/3,1)	(1/3,2/5,1/2)	(1/2,2/3,1)	(1/2,2/3,1)	(2/3,1,1)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1/3,2/5,1/2)
Platin	(2/3,1,1)	(2/3,1,1)	(2/3,1,1)	(2/3,1,1)	(2/3,1,1)	(2/3,1,1)	(2/3,1,1)	(2/3,1,1)	(1,3/2,2)	(2,5/2,3)	(2,5/2,3)	(1,1,1)

Kriterlerin ikili karşılaştırma matrisleri için bulanık sentetik derece değerleri eşitlik (5.34) ile bulunur;

$$S_1 = (14.17, 18.00, 22.50) \text{ O } (126.40, 157.89, 196.81)^{-1} \\ = (0.072, 0.114, 0.178)$$

$$S_2 = (10.34, 12.34, 16.00) \text{ O } (126.40, 157.89, 196.81)^{-1} \\ = (0.052, 0.078, 0.127)$$

$$S_3 = (11.01, 13.50, 17.50) \text{ O } (126.40, 157.89, 196.81)^{-1} \\ = (0.056, 0.086, 0.139)$$

$$S_4 = (14.17, 18.00, 22.50) \text{ O } (126.40, 157.89, 196.81)^{-1} \\ = (0.072, 0.114, 0.178)$$

$$S_5 = (10.84, 13.17, 17.00) \text{ O } (126.40, 157.89, 196.81)^{-1} \\ = (0.055, 0.084, 0.135)$$

$$S_6 = (15.00, 17.50, 23.00) \text{ O } (126.40, 157.89, 196.81)^{-1} \\ = (0.076, 0.111, 0.182)$$

$$S_7 = (9.34, 11.68, 15.50) \text{ O } (126.40, 157.89, 196.81)^{-1} \\ = (0.047, 0.074, 0.123)$$

$$S_8 = (9.08, 11.84, 14.67) \text{ O } (126.40, 157.89, 196.81)^{-1} \\ = (0.046, 0.075, 0.116)$$

$$S_9 = (8.05, 10.17, 12.01) \text{ O } (126.40, 157.89, 196.81)^{-1} \\ = (0.041, 0.065, 0.095)$$

$$S_{10} = (6.49, 7.95, 10.00) \text{ O } (126.40, 157.89, 196.81)^{-1}$$

$$= (0.033, 0.05, 0.079)$$

$$S_{11} = (6.49, 7.95, 10.00) \text{ O } (126.40, 157.89, 196.81)^{-1}$$

$$= (0.033, 0.05, 0.079)$$

$$S_{12} = (11.36, 15.50, 17.00) \text{ O } (126.40, 157.89, 196.81)^{-1}$$

$$= (0.057, 0.098, 0.135)$$

bulunan bu vektörleri kullanarak  $M_2 \geq M_1$  olasılığının derecesi eşitlik (5.40) ile hesaplanır.

Çizelge 6.4 1. Kriter için olabilirlik dereceleri

$V(S_1 \geq S_2)$	1
$V(S_1 \geq S_3)$	1
$V(S_1 \geq S_4)$	1
$V(S_1 \geq S_5)$	1
$V(S_1 \geq S_6)$	1
$V(S_1 \geq S_7)$	1
$V(S_1 \geq S_8)$	1
$V(S_1 \geq S_9)$	1
$V(S_1 \geq S_{10})$	1
$V(S_1 \geq S_{11})$	1
$V(S_1 \geq S_{12})$	1

Çizelge 6.5 2. Kriter için olabilirlik dereceleri

$V(S_2 \geq S_1)$	0,6
$V(S_2 \geq S_3)$	0,91
$V(S_2 \geq S_4)$	0,6
$V(S_2 \geq S_5)$	0,93
$V(S_2 \geq S_6)$	0,61
$V(S_2 \geq S_7)$	1
$V(S_2 \geq S_8)$	1
$V(S_2 \geq S_9)$	1
$V(S_2 \geq S_{10})$	1
$V(S_2 \geq S_{11})$	1
$V(S_2 \geq S_{12})$	0,78

Diğer kriterler için olabilirlik dereceleri hesaplamaları Ek- A'da belirtilmiştir.

$$d'(C_1) = \min V(S_1 > S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7, S_8, S_9, S_{10}, S_{11}, S_{12}) = 1$$

$$d'(C_2) = \min V(S_2 > S_1, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7, S_8, S_9, S_{10}, S_{11}, S_{12}) = 0.60$$

$$d'(C_3) = \min V(S_3 > S_1, S_2, S_4, S_5, S_6, S_7, S_8, S_9, S_{10}, S_{11}, S_{12}) = 0,7$$

$$d'(C_4) = \min V(S_4 > S_1, S_2, S_3, S_5, S_6, S_7, S_8, S_9, S_{10}, S_{11}, S_{12}) = 1$$

$$d'(C_5) = \min V(S_5 > S_1, S_2, S_3, S_4, S_6, S_7, S_8, S_9, S_{10}, S_{11}, S_{12}) = 0.672$$

$$d'(C_6) = \min V(S_6 > S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_7, S_8, S_9, S_{10}, S_{11}, S_{12}) = 0,972$$

$$d'(C_7) = \min V(S_7 > S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_8, S_9, S_{10}, S_{11}, S_{12}) = 0,559$$

$$d'(C_8) = \min V(S_8 > S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7, S_9, S_{10}, S_{11}, S_{12}) = 0,528$$

$$d'(C_9) = \min V(S_9 > S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7, S_8, S_{10}, S_{11}, S_{12}) = 0,292$$

$$d'(C_{10}) = \min V(S_{10} > S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7, S_8, S_9, S_{11}, S_{12}) = 0,051$$

$$d'(C_{11}) = \min V(S_{11} > S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7, S_8, S_9, S_{10}, S_{12}) = 0,051$$

$$d'(C_{12}) = \min V(S_{12} > S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, S_7, S_8, S_9, S_{10}, S_{11}) = 0,799$$

$W' = (1, 0.605, 0.701, 1, 0.672, 0.972, 0.559, 0.528, 0.292, 0.051, 0.051, 0.799)$   
normalize edildiğinde kriter ağırlıkları aşağıdaki şekilde bulunur.

$W = (0.138, 0.084, 0.097, 0.138, 0.093, 0.134, 0.077, 0.073, 0.04, 0.007, 0.007, 0.11)$   
bulunur.

### 6.3.3.2 Alternatiflerin İkili Karşılaştırma Matrislerinin Oluşturulması

Uygulamada bankanın Zincirlikuyu şubesinde çalışan iki tane bireysel danışmanın performansları değerlendirilecektir. Bu değerlendirme için alternatiflerin her bir kritere göre ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulacaktır. Alternatiflerin kriterlere göre karşılaştırmaları yapılırken; portföy yöneticileri için CRM bölümündeki uzman kişilerin görüşlerinden ve ilgili karar vericiler tarafından oluşturulan raporlardan yararlanılmıştır. Bu amaçla Bölüm 6.3.3.1'de kriterlerin önem ağırlıkları bulanık ahp yöntemiyle hesaplanmıştır. Bu bölümde ise alternatifler kriterlere göre değerlendirilecektir.

- *Vadesiz TL kriterine göre ikili karşılaştırma matrisi:*

Çizelge 6.6 Vadesiz TL kriteri karşılaştırma matrisi

Alternatifler	1. Alternatif	2. Alternatif
1. Alternatif	(1,1,1)	(3/2,2,5/2)
2. Alternatif	(2/5,1/2,2/3)	(1,1,1)

Alternatiflerin vadesiz TL kriterine göre değerlendirilmesinde, alternatiflere son çeyrekte (aralık – 2010, ocak – 2011, şubat – 2011 dönemlerinde) bilanço kalemleri arasında yer alan vadesiz TL ürünü için bütçe doğrultusunda verilmiş olan hedef ve fiili olarak bu hedeflerin gerçekleşmeleri dikkate alınarak hesaplanan hedef gerçekleştirme yüzdelerinin son çeyrek için ortalamaları dikkate alınmıştır. Hedef gerçekleştirme yüzdesi, fiili hacim (TRY) / bütçe hedef hacim (TRY) olarak hesaplanmaktadır.

Vadesiz TL ürünü için yapılan performans değerlendirmesinde bu ürün altındaki ürünler de dikkate alınmıştır.

Seçilen iki portföy yöneticisinin vadesiz TL ürünü için son çeyrek'deki ortalama hedef gerçekleştirme yüzdesi değerleri Ek-B1'de belirtilmiştir.

Vadesiz TL kriteri için ikili karşılaştırma matrislerinin bulanık sentetik derece değerleri eşitlik (5.34) ile bulunur;

$$S_1 = (2.50, 3.00, 3.50) \odot (3.9, 4.499, 5.17)^{-1} \\ = (0.484, 0.667, 0.897)$$

$$S_2 = (1.40, 1.50, 1.67) \odot (3.9, 4.499, 5.17)^{-1} \\ = (0.271, 0.333, 0.428)$$

bulunan bu vektörleri kullanarak  $M_2 \geq M_1$  olasılığının derecesi eşitlik (5.40) ile hesaplanır.

$$V(S_1 \geq S_2) = 1, V(S_2 \geq S_1) = 0$$

$$d'(C_1) = \min V(S_1 > S_2) = 1$$

$$d'(C_2) = \min V(S_2 > S_1) = 0$$

$W = (1, 0)$  bulunur.



- *Vadesiz DTH kriterine göre ikili karşılaştırma matrisi:*

Çizelge 6.7 Vadesiz DTH kriteri karşılaştırma matrisi

Alternatifler	1. Alternatif	2. Alternatif
1. Alternatif	(1,1,1)	(1,3/2,2)
2. Alternatif	(1/2,2/3,1)	(1,1,1)

Alternatiflerin vadesiz DTH kriterine göre değerlendirmesinde, alternatiflere son çeyrekte (aralık – 2010, ocak – 2011, şubat – 2011 dönemlerinde) bilanço kalemleri arasında yer alan vadesiz DTH ürünü için bütçe doğrultusunda verilmiş olan hedef ve fiili olarak bu hedeflerin gerçekleşmeleri dikkate alınarak hesaplanan hedef gerçekleştirme yüzdelerinin son çeyrek için ortalamaları dikkate alınmıştır. Hedef gerçekleştirme yüzdesi, fiili hacim (TRY) / bütçe hedef hacim (TRY) olarak hesaplanmaktadır.

Vadesiz DTH ürünü için yapılan performans değerlendirmesi hesaplarında bu ürün altındaki ürünler de dikkate alınmıştır.

Seçilen iki portföy yöneticisinin vadesiz DTH ürünü için son çeyrek'deki ortalama hedef gerçekleştirme yüzdesi değerleri Ek-B2'de belirtilmiştir.

Vadesiz DTH kriteri için ikili karşılaştırma matrislerinin bulanık sentetik derece değerleri eşitlik (5.34) ile bulunur;

$$S_1 = (2.00, 2.50, 3.00) \circ (3.50, 4.17, 5.00)^{-1}$$

$$= (0.40, 0.599, 0.857)$$

$$S_2 = (1.50, 1.67, 2.00) \circ (3.50, 4.17, 5.00)^{-1}$$

$$= (0.3, 0.401, 0.571)$$

bulunan bu vektörleri kullanarak  $M_2 \geq M_1$  olasılığının derecesi eşitlik (5.40) ile hesaplanır.

$$V(S_1 \geq S_2) = 1, V(S_2 \geq S_1) = 0.46273$$

$$d'(C_1) = \min V(S_1 > S_2) = 1$$

$$d'(C_2) = \min V(S_2 > S_1) = 0.46273$$

$W' = (1, 0.46273)$  normalize edildiğinde;

$W = (0.684, 0.316)$  bulunur.

- **Vadeli TL / DTH kriterine göre ikili karşılaştırma matrisi:**

Çizelge 6.8 Vadeli TL / DTH kriteri karşılaştırma matrisi

Alternatifler	1. Alternatif	2. Alternatif
1. Alternatif	(1,1,1)	(1,3/2,2)
2. Alternatif	(1/2,2/3,1)	(1,1,1)

Alternatiflerin Vadeli TL / DTH kriterine göre değerlendirmesinde, alternatiflere son çeyrekte (aralık – 2010, ocak – 2011, şubat – 2011 dönemlerinde) bilanço kalemleri arasında yer alan vadesiz DTH ürünü için bütçe doğrultusunda verilmiş olan hedef ve fiili olarak bu hedeflerin gerçekleşmeleri dikkate alınarak hesaplanan hedef gerçekleştirme yüzdelerinin son çeyrek için ortalamaları dikkate alınmıştır. Hedef gerçekleştirme yüzdesi, fiili hacim (TRY) / bütçe hedef hacim (TRY) olarak hesaplanmaktadır.

Vadeli TL / DTH ürünü için yapılan performans değerlendirmesi hesaplarında bu ürün altındaki ürünler de dikkate alınmıştır.

Seçilen iki portföy yöneticisinin Vadeli TL / DTH ürünü için son çeyrek'deki ortalama hedef gerçekleştirme yüzdesi değerleri Ek-B3'de belirtilmiştir.

Vadeli TL kriteri için ikili karşılaştırma matrislerinin bulanık sentetik derece değerleri eşitlik (5.34) ile bulunur;

$$S_1 = (2.00, 2.50, 3.00) \odot (3.50, 4.17, 5.00)^{-1} \\ = (0.40, 0.599, 0.857)$$

$$S_2 = (1.50, 1.67, 2.00) \odot (3.50, 4.17, 5.00)^{-1} \\ = (0.3, 0.401, 0.571)$$

bulunan bu vektörleri kullanarak  $M_2 \geq M_1$  olasılığının derecesi eşitlik (5.40) ile hesaplanır.

$$V(S_1 \geq S_2) = 1, V(S_2 \geq S_1) = 0.46273$$

$$d'(C_1) = \min V(S_1 > S_2) = 1$$

$$d'(C_2) = \min V(S_2 > S_1) = 0.46273$$

$W' = (1, 0.46273)$  normalize edildiğinde;

$W = (0.684, 0.316)$  bulunur.

- *TL Kredi kriterine göre ikili karşılaştırma matrisi:*

Çizelge 6.9 TL Kredi kriteri karşılaştırma matrisi

Alternatifler	1. Alternatif	2. Alternatif
1. Alternatif	(1,1,1)	(1/2,2/3,1)
2. Alternatif	(1,3/2,2)	(1,1,1)

Alternatiflerin TL Kredi kriterine göre değerlendirmesinde, alternatiflere son çeyrekte (aralık – 2010, ocak – 2011, şubat – 2011 dönemlerinde) bilanço kalemleri arasında yer alan TL kredi ürünü için bütçe doğrultusunda verilmiş olan hedef ve fiili olarak bu hedeflerin gerçekleşmeleri dikkate alınarak hesaplanan hedef gerçekleştirme yüzdelerinin son çeyrek için ortalamaları dikkate alınmıştır. Hedef gerçekleştirme yüzdesi, fiili hacim (TRY) / bütçe hedef hacim (TRY) olarak hesaplanmaktadır.

TL Kredi ürünü için yapılan performans değerlendirmesi hesaplarında bu ürün altındaki ürünler de dikkate alınmıştır. Kredi ürünleri nakdi ve gayri nakdi krediler olarak ayrılmaktadır. Yapılan çalışmada TL nakdi krediler dikkate alınmıştır.

Seçilen iki portföy yöneticisinin TL Kredi ürünü için son çeyrek'deki ortalama hedef gerçekleştirme yüzdesi değerleri Ek-B4'de belirtilmiştir.

TL Kredi kriteri için ikili karşılaştırma matrislerinin bulanık sentetik derece değerleri eşitlik (5.34) ile bulunur;

$$S_1 = (1.50, 1.67, 2.00) \odot (3.50, 4.17, 5.00)^{-1}$$

$$= (0.3, 0.401, 0.571)$$

$$S_2 = (2.00, 2.50, 3.00) \odot (3.50, 4.17, 5.00)^{-1}$$

$$= (0.40, 0.599, 0.857)$$

bulunan bu vektörleri kullanarak  $M_2 \geq M_1$  olasılığının derecesi eşitlik (5.40) ile hesaplanır.

$$V(S_1 \geq S_2) = 0.46273, V(S_2 \geq S_1) = 1$$

$$d'(C_1) = \min V(S_1 > S_2) = 0.46273$$

$$d'(C_2) = \min V(S_2 > S_1) = 1$$

$W' = (0.46273, 1)$  normalize edildiğinde;

$W = (0.316, 0.684)$  bulunur.

- **BHG (Bankacılık Hizmet Gelirleri) kriterine göre ikili karşılaştırma matrisi:**

Çizelge 6.10 BHG kriteri karşılaştırma matrisi

Alternatifler	1. Alternatif	2. Alternatif
1. Alternatif	(1,1,1)	(1/2,2/3,1)
2. Alternatif	(1,3/2,2)	(1,1,1)

BHG faiz dışı gelirler arasında yer aldığından bu ürün için bankanın bütçe doğrultusunda hacimsel olarak belirlediği bir hedef bulunmamaktadır. Faiz dışı gelirler arasında yer alan ürünler için portföy yöneticilerinin performansları, bu ürünün fiili olarak sağladığı getirinin bütçe doğrultusunda belirlenen getiriye bölünmesi ile bulunmaktadır.

Alternatiflerin BHG kriterine göre değerlendirmesinde, alternatiflere son çeyrekte (aralık – 2010, ocak – 2011, şubat – 2011 dönemlerinde) yukarıda belirtilen formülasyona göre getiri gerçekleşme oranlarının ortalamaları dikkate alınmıştır.

Seçilen iki portföy yöneticisinin BHG ürünü için son çeyrek’deki ortalama hedef getiri gerçekleşme yüzdesi değerleri Ek-B5’de belirtilmiştir.

BHG kriteri için ikili karşılaştırma matrislerinin bulanık sentetik derece değerleri eşitlik (5.34) ile bulunur;

$$S_1 = (1.50, 1.67, 2.00) \odot (3.50, 4.17, 5.00)^{-1} \\ = (0.3, 0.401, 0.571)$$

$$S_2 = (2.00, 2.50, 3.00) \odot (3.50, 4.17, 5.00)^{-1} \\ = (0.40, 0.599, 0.857)$$

bulunan bu vektörleri kullanarak  $M_2 \geq M_1$  olasılığının derecesi eşitlik (5.40) ile hesaplanır.

$$V(S_1 \geq S_2) = 0.46273, V(S_2 \geq S_1) = 1$$

$$d'(C_1) = \min V(S_1 > S_2) = 0.46273$$

$$d'(C_2) = \min V(S_2 > S_1) = 1$$

$W' = (0.46273, 1)$  normalize edildiğinde;

$$W = (0.316, 0.684) \text{ bulunur.}$$

**- Kurum, Maaş ve okul ödemeleri kriterine göre ikili karşılaştırma matrisi:**

Çizelge 6.11 Ödemeler kriteri karşılaştırma matrisi

Alternatifler	1. Alternatif	2. Alternatif
1. Alternatif	(1,1,1)	(1,3/2,2)
2. Alternatif	(1/2,2/3,1)	(1,1,1)

Alternatiflerin kurum, maaş ve okul ödemeleri kriterine göre karşılaştırılmasında işkolu tarafından her ayın 10'unda hazırlanan çapraz satış rasyosu raporundan yararlanılmıştır. Mart ayı için hazırlanmış olan çapraz satış raporunda portföy yöneticisinin tüm müşterilerinin ürün dağılım ve aktiflik bilgileri bulunmaktadır. Kurum, maaş ve okul ödemelerine göre alternatifler değerlendirilirken her iki portföyün de kurum ödemeleri, okul ve maaş ödemelerine sahip olan ve bu ürünleri aktif olarak kullanan toplam müşteri adetleri dikkate alınmıştır.

Seçilen iki portföy yöneticisinin kurum, maaş ve okul ödemeleri için bu ürünlere sahip ve aktif olarak kullanan müşteri adetleri aşağıda belirtilmiştir.

Çizelge 6.12 1. Alternatif'in kurum, maaş ve okul ödemeleri ürününe sahip olan aktif müşteri dağılımı

Kurum Ödemeleri / Aktif Müşteri Adet	Okul Ödemeleri / Aktif Müşteri Adet	Maaş Ödemeleri / Aktif Müşteri Adet	Toplam Müşteri Adedi (kurum/okul/maaş ödemeleri)
107	5	179	291

Çizelge 6.13 2. Alternatif'in kurum, maaş ve okul ödemeleri ürününe sahip olan aktif müşteri dağılımı

Kurum Ödemeleri / Aktif Müşteri Adet	Okul Ödemeleri / Aktif Müşteri Adet	Maaş Ödemeleri / Aktif Müşteri Adet	Toplam Müşteri Adedi (kurum/okul/maaş ödemeleri)
92	3	123	218

Ödemeler kriteri için ikili karşılaştırma matrislerinin bulanık sentetik derece değerleri eşitlik (5.34) ile bulunur;

$$S_1 = (2.00, 2.50, 3.00) \odot (3.50, 4.17, 5.00)^{-1}$$

$$= (0.40, 0.599, 0.857)$$

$$S_2 = (1.50, 1.67, 2.00) \odot (3.50, 4.17, 5.00)^{-1}$$

$$= (0.3, 0.401, 0.571)$$

bulunan bu vektörleri kullanarak  $M_2 \geq M_1$  olasılığının derecesi eşitlik (5.40) ile hesaplanır.

$$V(S_1 \geq S_2) = 1, V(S_2 \geq S_1) = 0.46273$$

$$d'(C_1) = \min V(S_1 > S_2) = 1$$

$$d'(C_2) = \min V(S_2 > S_1) = 0.46273$$

$W' = (1, 0.46273)$  normalize edildiğinde;

$W = (0.684, 0.316)$  bulunur.

**- Kredi Kartı kriterine göre ikili karşılaştırma matrisi:**

Çizelge 6.14 Kredi kartı kriteri karşılaştırma matrisi

Alternatifler	1. Alternatif	2. Alternatif
1. Alternatif	(1,1,1)	(1,1,3/2)
2. Alternatif	(2/3,1,1)	(1,1,1)

Alternatiflerin kredi kartı kriterine göre karşılaştırılmasında işkolu tarafından her ayın 10'unda hazırlanan çapraz satış rasyosu raporundan yararlanılmıştır. Mart ayı için hazırlanmış olan çapraz satış raporunda portföy yöneticisinin tüm müşterilerinin ürün dağılım ve aktiflik bilgileri bulunmaktadır. Çok fazla ürün grubunda kredi kartı bulunmasından dolayı, alternatiflerin performansları değerlendirilirken bireysel kredi kartları göz önüne alınmıştır.

Kredi kartı kriterine göre alternatifler değerlendirilirken her iki portföyün de bireysel kredine kartına sahip olan ve bu ürünleri aktif olarak kullanan toplam müşteri adetleri dikkate alınmıştır.

Seçilen iki portföy yöneticisinin bireysel kredi kartına sahip ve aktif olarak kullanan müşteri adetleri aşağıda belirtilmiştir.

1. Alternatif için kredi kartına sahip olan toplam aktif müşteri adedi: 253 adet.
2. Alternatif için kredi kartına sahip olan toplam aktif müşteri adedi: 247 adet.

Kredi Kartı kriteri için ikili karşılaştırma matrislerinin bulanık sentetik derece değerleri eşitlik (5.34) ile bulunur;

$$S_1 = (2.00, 2.00, 2.50) \odot (3.67, 4.00, 4.50)^{-1}$$

$$= (0.444, 0.5, 0.681)$$

$$S_2 = (1.67, 2.00, 2.00) \odot (3.67, 4.00, 4.50)^{-1}$$

$$= (0.371, 0.50, 0.545)$$

bulunan bu vektörleri kullanarak  $M_2 \geq M_1$  olasılığının derecesi eşitlik (5.40) ile hesaplanır.

$$V(S_1 \geq S_2) = 1, V(S_2 \geq S_1) = 1$$

$$d'(C_1) = \min V(S_1 > S_2) = 1$$

$$d'(C_2) = \min V(S_2 > S_1) = 1$$

$W' = (1, 1)$  normalize edildiğinde;

$W = (0.50, 0.50)$  bulunur.

**- Sigorta ve Bireysel Emeklilik Sistemi (BES) kriterine göre ikili karşılaştırma matrisi:**

Çizelge 6.15 BES kriteri karşılaştırma matrisi

Alternatifler	1. Alternatif	2. Alternatif
1. Alternatif	(1,1,1)	(1,1,3/2)
2. Alternatif	(2/3,1,1)	(1,1,1)

Alternatiflerin sigorta ve BES kriterine göre karşılaştırılmasında işkolu tarafından her ayın 10'unda hazırlanan çapraz satış rasyosu raporundan yararlanılmıştır. Mart ayı için hazırlanmış olan çapraz satış raporunda portföy yöneticisinin tüm müşterilerinin ürün dağılım ve aktiflik bilgileri bulunmaktadır.

Sigorta ve BES kriterine göre alternatifler değerlendirilirken her iki portföyün de sigorta veya BES ürünlerine sahip olan ve bu ürünleri aktif olarak kullanan toplam müşteri adetleri dikkate alınmıştır.

Seçilen iki portföy yöneticisinin sigorta veya BES ürünlerini aktif olarak kullanan müşteri adetleri aşağıda belirtilmiştir.

Çizelge 6.16 1.Alternatif'in sigorta ve bes ürününe sahip olan aktif müşteri dağılımı

Sigorta / Aktif Müşteri Adet	BES / Aktif Müşteri Adet	Toplam Müşteri Adedi (Sigorta ve BES)
149	44	193

Çizelge 6.17 2.Alternatif'in sigorta ve bes ürününe sahip olan aktif müşteri dağılımı

Sigorta / Aktif Müşteri Adet	BES / Aktif Müşteri Adet	Toplam Müşteri Adedi (Sigorta ve BES)
174	43	217

Sigorta – BES kriteri için ikili karşılaştırma matrislerinin bulanık sentetik derece değerleri eşitlik (5.34) ile bulunur;

$$S_1 = (2.00, 2.00, 2.50) \circ (3.67, 4.00, 4.50)^{-1} \\ = (0.444, 0.5, 0.681)$$

$$S_2 = (1.67, 2.00, 2.00) \circ (3.67, 4.00, 4.50)^{-1} \\ = (0.371, 0.50, 0.545)$$

bulunan bu vektörleri kullanarak  $M_2 \geq M_1$  olasılığının derecesi eşitlik (5.40) ile hesaplanır.

$$V(S_1 \geq S_2) = 1, V(S_2 \geq S_1) = 1$$



$$d'(C_1) = \min V(S_1 > S_2) = 1$$

$$d'(C_2) = \min V(S_2 > S_1) = 1$$

$W' = (1, 1)$  normalize edildiğinde;

$W = (0.50, 0.50)$  bulunur.

- *Altın Segmentindeki Müşteriler kriterine göre ikili karşılaştırma matrisi:*

Portföy yöneticilerinin müşterileri belli segmentlere göre dağılmaktadır. Müşterilerin segment bilgileri her ay güncellenmektedir. Müşterilerin segmentleri belirlenirken varlık dağılımları ve karlılıklarındaki değişimler hesaplanmaktadır. Müşteri piramidini oluşturan ve yüksek karlılığa sahip olan segmentteki müşteri adetlerinin artışı portföy yöneticilerinin performans değerlendirmesini olumlu etkilemektedir. Bundan dolayı alternatif olan iki portföy yöneticisinin son iki ay içerisinde müşteri adetlerindeki artış segmentler bazında incelenecektir.

Çizelge 6.18 Altın kriteri karşılaştırma matrisi

Alternatifler	1. Alternatif	2. Alternatif
1. Alternatif	(1,1,1)	(2/3,1,1)
2. Alternatif	(1,1,3/2)	(1,1,1)

Çizelge 6.19 1. Alternatif için altın segmentindeki müşteri artışı: % 34.95

Ocak -2011 itibariyle altın segmentindeki müşteri adedi	Mart – 2011 itibariyle altın segmentindeki müşteri adedi
103	139

Çizelge 6.20 2. Alternatif için altın segmentindeki müşteri artışı: % 41.41

Ocak -2011 itibariyle altın segmentindeki müşteri adedi	Mart – 2011 itibariyle altın segmentindeki müşteri adedi
99	140

Altın kriteri için ikili karşılaştırma matrislerinin bulanık sentetik derece değerleri eşitlik (5.34) ile bulunur;

$$S_1 = (1.67, 2.00, 2.00) \odot (3.67, 4.00, 4.50)^{-1}$$

$$= (0.371, 0.50, 0.545)$$

$$S_2 = (2.00, 2.00, 2.50) \odot (3.67, 4.00, 4.50)^{-1}$$

$$= (0.444, 0.5, 0.681)$$

bulunan bu vektörleri kullanarak  $M_2 \geq M_1$  olasılığının derecesi eşitlik (5.40) ile hesaplanır.

$$V(S_1 \geq S_2) = 1, V(S_2 \geq S_1) = 1$$

$$d'(C_1) = \min V(S_1 > S_2) = 1$$

$$d'(C_2) = \min V(S_2 > S_1) = 1$$

$W' = (1, 1)$  normalize edildiğinde;

$W = (0.50, 0.50)$  bulunur.

- **Bronz Segmentindeki Müşteriler kriterine göre ikili karşılaştırma matrisi:**

Çizelge 6.21 Bronz kriteri karşılaştırma matrisi

Alternatifler	1. Alternatif	2. Alternatif
1. Alternatif	(1,1,1)	(1/2,2/3,1)
2. Alternatif	(1,3/2,2)	(1,1,1)

Çizelge 6.22 1. Alternatif için bronz segmentindeki müşteri artışı: % 18.78

Ocak -2011 itibariyle bronz segmentindeki müşteri adedi	Mart – 2011 itibariyle bronz segmentindeki müşteri adedi
378	449

Çizelge 6.23 2. Alternatif için bronz segmentindeki müşteri artışı: % 41.7

Ocak -2011 itibariyle bronz segmentindeki müşteri adedi	Mart – 2011 itibariyle bronz segmentindeki müşteri adedi
285	404

Bronz kriteri için ikili karşılaştırma matrislerinin bulanık sentetik derece değerleri eşitlik (5.34) ile bulunur;

$$S_1 = (1.50, 1.67, 2.00) \odot (3.50, 4.17, 5.00)^{-1}$$

$$= (0.3, 0.401, 0.571)$$

$$S_2 = (2.00, 2.50, 3.00) \odot (3.50, 4.17, 5.00)^{-1}$$

$$= (0.4, 0.599, 0.857)$$

bulunan bu vektörleri kullanarak  $M_2 \geq M_1$  olasılığının derecesi eşitlik (5.40) ile hesaplanır.

$$V(S_1 \geq S_2) = 1, V(S_2 \geq S_1) = 1$$

$$d'(C_1) = \min V(S_1 > S_2) = 0.46273$$

$$d'(C_2) = \min V(S_2 > S_1) = 1$$

$W' = (0.46273, 1)$  normalize edildiğinde;

$W = (0.316, 0.684)$  bulunur.

- **Gümüş Segmentindeki Müşteriler kriterine göre ikili karşılaştırma matrisi:**

Çizelge 6.24 Gümüş kriteri karşılaştırma matrisi

Alternatifler	1. Alternatif	2. Alternatif
1. Alternatif	(1,1,1)	(1,3/2,2)
2. Alternatif	(1/2,2/3,1)	(1,1,1)

Çizelge 6.25 1. Alternatif için gümüş segmentindeki müşteri artışı: % 69.76

Ocak -2011 itibariyle gümüş segmentindeki müşteri adedi	Mart – 2011 itibariyle gümüş segmentindeki müşteri adedi
129	219

Çizelge 6.26 2. Alternatif için gümüş segmentindeki müşteri artışı: % 47.85

Ocak -2011 itibariyle gümüş segmentindeki müşteri adedi	Mart – 2011 itibariyle gümüş segmentindeki müşteri adedi
163	241

Gümüş kriteri için ikili karşılaştırma matrislerinin bulanık sentetik derece değerleri eşitlik (5.34) ile bulunur;

$$S_1 = (2.00, 2.50, 3.00) \odot (3.50, 4.17, 5.00)^{-1}$$

$$= (0.4, 0.599, 0.857)$$

$$S_2 = (1.50, 1.67, 2.00) \odot (3.50, 4.17, 5.00)^{-1}$$

$$= (0.3, 0.401, 0.571)$$

bulunan bu vektörleri kullanarak  $M_2 \geq M_1$  olasılığının derecesi eşitlik (5.40) ile hesaplanır.

$$V(S_1 \geq S_2) = 1, V(S_2 \geq S_1) = 1$$

$$d'(C_1) = \min V(S_1 > S_2) = 1$$

$$d'(C_2) = \min V(S_2 > S_1) = 0.46273$$

$W' = (1, 0.46273)$  normalize edildiğinde;

$W = (0.684, 0.316)$  bulunur.

**- Platin Segmentindeki Müşteriler Kriterine göre ikili karşılaştırma matrisi:**

Çizelge 6.27 Platin kriteri karşılaştırma matrisi

Alternatifler	1. Alternatif	2. Alternatif
1. Alternatif	(1,1,1)	(1,1,3/2)
2. Alternatif	(2/3,1,1)	(1,1,1)

Çizelge 6.28 1. Alternatif için platin segmentindeki müşteri artışı: % 50

Ocak -2011 itibariyle platin segmentindeki müşteri adedi	Mart – 2011 itibariyle platin segmentindeki müşteri adedi
48	72

Çizelge 6.29 2. Alternatif için altın segmentindeki müşteri artışı: % 44.9

Ocak -2011 itibariyle platin segmentindeki müşteri adedi	Mart – 2011 itibariyle platin segmentindeki müşteri adedi
49	71

Platin kriteri için ikili karşılaştırma matrislerinin bulanık sentetik derece değerleri eşitlik (5.34) ile bulunur;

$$S_1 = (2.00, 2.00, 2.50) \odot (3.67, 4.00, 4.50)^{-1} \\ = (0.444, 0.5, 0.681)$$

$$S_2 = (1.67, 2.00, 2.00) \odot (3.67, 4.00, 4.50)^{-1} \\ = (0.371, 0.5, 0.545)$$

bulunan bu vektörleri kullanarak  $M_2 \geq M_1$  olasılığının derecesi eşitlik (5.40) ile hesaplanır.

$$V(S_1 \geq S_2) = 1, V(S_2 \geq S_1) = 1$$

$$d'(C_1) = \min V(S_1 > S_2) = 1$$

$$d'(C_2) = \min V(S_2 > S_1) = 1$$

$W' = (1, 1)$  normalize edildiğinde;

$W = (0.5, 0.5)$  bulunur.

Bulunan bu kriter ve alternatif ağırlıklarını Çizelge 6.30'da birleştirdiğimizde alternatiflerin kriterlere göre almış oldukları toplam göreceli önemleri bulunur.

Çizelge 6.30 Alternatiflerin toplam göreceli ağırlıkları

	Vad. TL	Vad. DTH	Vadeli	Kredi TL	BHG	Ödeme	K. Kart	S. BES	Altın	Gümüş	Bronz	Platin
	0.14	0.08	0.10	0.14	0.09	0.13	0.08	0.07	0.04	0.01	0.01	0.11
1.	1.00	0.68	0.68	0.32	0.32	0.68	0.50	0.50	0.50	0.68	0.32	0.50
2.	0.00	0.32	0.32	0.68	0.68	0.32	0.50	0.50	0.50	0.32	0.68	0.50

Çizelge 6.31 Toplam öncelik vektörü

Alternatifler	Toplam Öncelik Vektörü
1. Alternatif	0.5844
2. Alternatif	0.4156

Tablodan görüldüğü gibi 1. alternatif en yüksek ağırlığa sahiptir. Alternatiflerin sıralaması;

1. alternatif > 2. alternatif şeklindedir.

### 6.3.4 Bulanık Topsis Yöntemi İle Çözüm

Bu bölümde bireysel portföy yöneticilerinin performansları bulanık topsis yöntemi ile karşılaştırılacaktır. Bu yöntemle ile yapılacak karşılaştırmanın tüm adımları aşağıda belirtilmiştir.

**1. Adım:** Bulanık AHP yöntemi ile hesaplanmış ve normalize edilmiş kriter ağırlıkları kullanılarak Çizelge 6.35’de belirtilen ağırlıklandırılmış normalize bulanık karar matrisi oluşturulur.

**2. Adım:** Pozitif ideal ( $A^*$ ) ve negatif ideal ( $A^-$ ) çözümleri tanımlanır. Bulanık pozitif ideal çözüm (FNIS, $A^*$ ) ve bulanık negatif ideal çözüm (FNIS,  $A^-$ ) değerleri eşitlik (5.46) ile hesaplanır.

$$\begin{aligned}
 A_1^* &= \sqrt{\frac{1}{3} \cdot \left[ \begin{matrix} \mathbf{k}[-0,207] \\ \mathbf{c}[-0,276] \\ \mathbf{c}[-0,345] \end{matrix} \right]_+ \left[ \begin{matrix} \mathbf{k}[-0,084] \\ \mathbf{c}[-0,126] \\ \mathbf{c}[-0,168] \end{matrix} \right]_-} + \\
 &\sqrt{\frac{1}{3} \cdot \left[ \begin{matrix} \mathbf{k}[-0,097] \\ \mathbf{c}[-0,1455] \\ \mathbf{c}[-0,194] \end{matrix} \right]_+ \left[ \begin{matrix} \mathbf{k}[-0,069] \\ \mathbf{c}[-0,09246] \\ \mathbf{c}[-0,138] \end{matrix} \right]_-} + \\
 &\sqrt{\frac{1}{3} \cdot \left[ \begin{matrix} \mathbf{k}[-0,0465] \\ \mathbf{c}[-0,06231] \\ \mathbf{c}[-0,1093] \end{matrix} \right]_+ \left[ \begin{matrix} \mathbf{k}[-0,134] \\ \mathbf{c}[-0,201] \\ \mathbf{c}[-0,268] \end{matrix} \right]_-} + \\
 &\sqrt{\frac{1}{3} \cdot \left[ \begin{matrix} \mathbf{k}[-0,077] \\ \mathbf{c}[-0,077] \\ \mathbf{c}[-0,1155] \end{matrix} \right]_+ \left[ \begin{matrix} \mathbf{k}[-0,073] \\ \mathbf{c}[-0,073] \\ \mathbf{c}[-0,1095] \end{matrix} \right]_-} + \\
 &\sqrt{\frac{1}{3} \cdot \left[ \begin{matrix} \mathbf{k}[-0,0268] \\ \mathbf{c}[-0,04] \\ \mathbf{c}[-0,04] \end{matrix} \right]_+ \left[ \begin{matrix} \mathbf{k}[-0,0035] \\ \mathbf{c}[-0,00469] \\ \mathbf{c}[-0,007] \end{matrix} \right]_-} + \\
 &\sqrt{\frac{1}{3} \cdot \left[ \begin{matrix} \mathbf{k}[-0,007] \\ \mathbf{c}[-0,0105] \\ \mathbf{c}[-0,014] \end{matrix} \right]_+ \left[ \begin{matrix} \mathbf{k}[-0,011] \\ \mathbf{c}[-0,011] \\ \mathbf{c}[-0,165] \end{matrix} \right]_-} \\
 &= 10.737
 \end{aligned}$$

$$A_1^* = 10.737$$

$$A_2^* = 11.0639$$

$$A_1^- = \sqrt{\frac{1}{3} \cdot \sqrt[3]{-0,207} + \sqrt[3]{-0,276} + \sqrt[3]{-0,345}} + \sqrt{\frac{1}{3} \cdot \sqrt[3]{-0,084} + \sqrt[3]{-0,126} + \sqrt[3]{-0,168}} +$$

$$\sqrt{\frac{1}{3} \cdot \sqrt[3]{-0,097} + \sqrt[3]{-0,1455} + \sqrt[3]{-0,194}} + \sqrt{\frac{1}{3} \cdot \sqrt[3]{-0,069} + \sqrt[3]{-0,09246} + \sqrt[3]{-0,138}} +$$

$$\sqrt{\frac{1}{3} \cdot \sqrt[3]{-0,0465} + \sqrt[3]{-0,06231} + \sqrt[3]{-0,1093}} + \sqrt{\frac{1}{3} \cdot \sqrt[3]{-0,134} + \sqrt[3]{-0,201} + \sqrt[3]{-0,268}} +$$

$$\sqrt{\frac{1}{3} \cdot \sqrt[3]{-0,077} + \sqrt[3]{-0,077} + \sqrt[3]{-0,1155}} + \sqrt{\frac{1}{3} \cdot \sqrt[3]{-0,073} + \sqrt[3]{-0,073} + \sqrt[3]{-0,1095}} +$$

$$\sqrt{\frac{1}{3} \cdot \sqrt[3]{-0,0268} + \sqrt[3]{-0,04} + \sqrt[3]{-0,04}} + \sqrt{\frac{1}{3} \cdot \sqrt[3]{-0,0035} + \sqrt[3]{-0,00469} + \sqrt[3]{-0,007}} +$$

$$\sqrt{\frac{1}{3} \cdot \sqrt[3]{-0,007} + \sqrt[3]{-0,0105} + \sqrt[3]{-0,014}} + \sqrt{\frac{1}{3} \cdot \sqrt[3]{-0,011} + \sqrt[3]{-0,011} + \sqrt[3]{-0,165}}$$

$$= 1,306964$$

$$A_1^- = 1,306964$$

$$A_2^- = 0,968658$$

Çizelge 6.32 Pozitif ideal ve negatif ideal çözümler

$A_1^*$	10.737
$A_2^*$	11.0639
$A_1^-$	1,306964
$A_2^-$	0,968658

3. **Adım:** İdeal çözüme göre göreceli uzaklık eşitlik (5.53) ile hesaplanır.

$$C_1^* = 1.30696 / (1.30696 + 10.737)$$

$$= 0.1085$$

$$C_2^* = 0.96866 / (0.96866 + 11.0639)$$

$$= 0.081$$

Çizelge 6.33 Alternatiflerin topsis yöntemi ile sıralaması

<b>Alternatifler</b>	<b>A*</b>	<b>Sıralama</b>	<b>A<sup>-</sup></b>	<b>Sıralama</b>	<b>C*</b>	<b>Sıralama</b>
1. Alternatif	10.737	1	1,306964	1	0.1085	1
2. Alternatif	11.0639	2	0,968658	2	0.081	2

Seçenekler bulanık topsis yöntemi ile pozitif ideal çözüm, negatif ideal çözüm ve ideal çözüme göre göreceli uzaklığa göre değerlendirilmiştir. Tablodan görüldüğü gibi 1. alternatif, 2. alternatife göre tüm sıralamalarda en iyi değere sahip olduğundan alternatiflerin sıralaması;

1. alternatif > 2. alternatif şeklindedir.



Çizelge 6.34 Normalize edilmiş karşılaştırma matrisi

	Vadesiz TL	Vadesiz DTH	Vadeli	TL Kredi	BHG	Ödemeler	K. Kart	Sigorta-BES	Altın	Bronz	Gümüş	Platin
A	(1.5,2,2.5)	(1,1.5,2)	(1,1.5,2)	(0.5,0.7,1)	(0.5,0.7,1)	(1,1.5,2)	(1,1,1.5)	(1,1,1.5)	(0.7,1,1)	(0.5,0.7,1)	(1,1.5,2)	(1,1,1.5)
B	(0.4,0.5,0.7)	(0.5,0.7,1)	(0.5,0.7,1)	(1,1.5,2)	(1,1.5,2)	(0.5,0.7,1)	(0.7,1,1)	(0.7,1,1)	(1,1,1.5)	(1,1.5,2)	(0.5,0.7,1)	(0.7,1,1)
Ağırlıklar	0,138	0,084	0,097	0,138	0,093	0,134	0,077	0,073	0,04	0,007	0,007	0,11

Çizelge 6.35 Ağırlıklandırılmış normalize karşılaştırma matrisi

	Vadesiz TL	Vadesiz DTH	Vadeli	TL Kredi	BHG	Ödemeler	K. Kart	BES	Altın	Bronz	Gümüş	Platin
A	(0.2,0.3,0.3)	(0.1,0.1,0.2)	(0.1,0.2,0.2)	(0.1,0.1,0.1)	(0.1,0.1,0.1)	(0.1,0.2,0.3)	(0.1,0.1,0.1)	(0.1,0.1,0.1)	(0.03,0.04,0.04)	(0.01,0.01,0.01)	(0.01,0.01,0.01)	(0.1,0.1,0.2)
B	(0.1,0.1,0.1)	(0.04,0.1,0.1)	(0.1,0.1,0.1)	(0.1,0.2,0.2)	(0.1,0.1,0.2)	(0.1,0.1,0.1)	(0.1,0.1,0.1)	(0.1,0.1,0.1)	(0.04,0.04,0.06)	(0.01,0.01,0.01)	(0.01,0.01,0.01)	(0.1,0.1,0.1)

### 6.3.5 Bulanık Vikor Yöntemi İle Çözüm

Bu bölümde bireysel portföy yöneticilerinin performansları bulanık vikor yöntemi ile karşılaştırılacaktır. Bu yöntemle ile yapılacak karşılaştırmanın tüm adımları aşağıda belirtilmiştir.

- 1. Adım:** Çizelge 6.34'de belirtilen karşılaştırma matrisinden yararlanılarak her bir kriter için en iyi  $\tilde{f}_i^*$  ve  $\tilde{f}_j^-$  değerleri eşitlik (5.57)'den yararlanılarak bulunur.

Çizelge 6.36 Kriterlere ilişkin veriler

Kriterler	$\tilde{f}_i^*$ (FBV)	$\tilde{f}_j^-$ (FWV)
Vadesiz TL	(1.50, 2.00, 2.50)	(0.40, 0.50, 0.67)
Vadesiz DTH	(1.00, 1.50, 2.00)	(0.50, 0.67, 1.00)
Vadeli	(1.00, 1.50, 2.00)	(0.50, 0.67, 1.00)
TL Kredi	(1.00, 1.50, 2.00)	(0.50, 0.67, 1.00)
BHG (Bankacılık Hizmet Geliri)	(1.00, 1.50, 2.00)	(0.50, 0.67, 1.00)
Ödemeler	(1.00, 1.50, 2.00)	(0.50, 0.67, 1.00)
Kredi Kartı	(1.00, 1.00, 1.50)	(0.67, 1.00, 1.00)
Sigorta – BES	(1.00, 1.00, 1.50)	(0.67, 1.00, 1.00)
Altın	(1.00, 1.00, 1.50)	(0.67, 1.00, 1.00)
Bronz	(1.00, 1.50, 2.00)	(0.50, 0.67, 1.00)
Gümüş	(1.00, 1.50, 2.00)	(0.50, 0.67, 1.00)
Platin	(1.00, 1.00, 1.50)	(0.67, 1.00, 1.00)

- 2. Adım:**  $\tilde{S}_i$  ve  $\tilde{R}_i$  değerleri eşitlik hesaplanır.  $\tilde{S}_i$ ,  $A_i$  alternatifi ile ilişkili tüm kriterlerin bulanık en iyi değerden olan uzaklıklarının toplamı ile hesaplanmaktadır.  $\tilde{R}_i$  ise j. kriter ile ilişkili  $A_i$  alternatifinin bulanık en iyi değere olan maksimum uzaklığıdır.

$\tilde{S}_i$  değeri eşitlik (5.58);  $\tilde{R}_i$  değeri de eşitlik (5.59) ile hesaplanır.  $\tilde{S}_i$  ve  $\tilde{R}_i$  değerlerinin hesaplanmasında bulanık AHP yöntemi ile hesaplanmış olan ve normalize edilmiş kriter ağırlıkları kullanılmaktadır.

Çizelge 6.37 Değerlendirmede kullanılan kriterler ve ağırlıkları

Kriterler	Ağırlıklar
Vadesiz TL	0,138
Vadesiz DTH	0,084
Vadeli	0,097
TL Kredi	0,138
BHG (Bankacılık Hizmet Geliri)	0,093
Ödemeler	0,134
Kredi Kartı	0,077
Sigorta – BES	0,073
Altın	0,040
Bronz	0,007
Gümüş	0,007
Platin	0,110

$$\begin{aligned}
 \tilde{S}_1 &= 0.138 [(1.50, 2.00, 2.50) - (1.50, 2.00, 2.50)] / [(1.50, 2.00, 2.50) - (0.40, 0.50, 0.67)] \\
 &+ 0.084 [(1.00, 1.50, 2.00) - (1.00, 1.50, 2.00)] / [(1.00, 1.50, 2.00) - (0.50, 0.67, 1.00)] \\
 &+ 0.097 [(1.00, 1.50, 2.00) - (1.00, 1.50, 2.00)] / [(1.00, 1.50, 2.00) - (0.50, 0.67, 1.00)] \\
 &+ 0.138 [(1.00, 1.50, 2.00) - (0.50, 0.67, 1.00)] / [(1.00, 1.50, 2.00) - (0.50, 0.67, 1.00)] \\
 &+ 0.093 [(1.00, 1.50, 2.00) - (0.50, 0.67, 1.00)] / [(1.00, 1.50, 2.00) - (0.50, 0.67, 1.00)] \\
 &+ 0.134 [(1.00, 1.50, 2.00) - (1.00, 1.50, 2.00)] / [(1.00, 1.50, 2.00) - (0.50, 0.67, 1.00)] \\
 &+ 0.077 [(1.00, 1.00, 1.50) - (1.00, 1.00, 1.50)] / [(1.00, 1.00, 1.50) - (0.67, 1.00, 1.00)] \\
 &+ 0.073 [(1.00, 1.00, 1.50) - (1.00, 1.00, 1.50)] / [(1.00, 1.00, 1.50) - (0.67, 1.00, 1.00)] \\
 &+ 0.04 [(1.00, 1.00, 1.50) - (0.67, 1.00, 1.00)] / [(1.00, 1.00, 1.50) - (0.67, 1.00, 1.00)] \\
 &+ 0.007 [(1.00, 1.50, 2.00) - (0.50, 0.67, 1.00)] / [(1.00, 1.50, 2.00) - (0.50, 0.67, 1.00)] \\
 &+ 0.007 [(1.00, 1.50, 2.00) - (1.00, 1.50, 2.00)] / [(1.00, 1.50, 2.00) - (0.50, 0.67, 1.00)] \\
 &+ 0.11 [(1.00, 1.00, 1.50) - (1.00, 1.00, 1.50)] / [(1.00, 1.00, 1.50) - (0.67, 1.00, 1.00)] \\
 &= (- 0.438, 0.278, 0.166)
 \end{aligned}$$

$$\tilde{R}_1 = (0, 0.138, 0)$$

$$\begin{aligned}
 \tilde{S}_2 &= 0.138 [(1.50, 2.00, 2.50) - (0.40, 0.50, 0.67)] / [(1.50, 2.00, 2.50) - (0.40, 0.50, 0.67)] \\
 &+ 0.084 [(1.00, 1.50, 2.00) - (0.50, 0.67, 1.00)] / [(1.00, 1.50, 2.00) - (0.50, 0.67, 1.00)]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& 1.00)] + 0.097 [(1.00, 1.50, 2.00) - (0.50, 0.67, 1.00)] / [(1.00, 1.50, 2.00) - (0.50, 0.67, \\
& 1.00)] + 0.138 [(1.00, 1.50, 2.00) - (1.00, 1.50, 2.00)] / [(1.00, 1.50, 2.00) - (0.50, 0.67, \\
& 1.00)] + 0.093 [(1.00, 1.50, 2.00) - (1.00, 1.50, 2.00)] / [(1.00, 1.50, 2.00) - (0.50, 0.67, \\
& 1.00)] + 0.134 [(1.00, 1.50, 2.00) - (0.50, 0.67, 1.00)] / [(1.00, 1.50, 2.00) - (0.50, 0.67, \\
& 1.00)] + 0.077 [(1.00, 1.00, 1.50) - (0.67, 1.00, 1.00)] / [(1.00, 1.00, 1.50) - (0.67, 1.00, \\
& 1.00)] + 0.073 [(1.00, 1.00, 1.50) - (0.67, 1.00, 1.00)] / [(1.00, 1.00, 1.50) - (0.67, 1.00, \\
& 1.00)] + 0.04 [(1.00, 1.00, 1.50) - (1.00, 1.00, 1.50)] / [(1.00, 1.00, 1.50) - (0.67, 1.00, \\
& 1.00)] + 0.007 [(1.00, 1.50, 2.00) - (1.00, 1.50, 2.00)] / [(1.00, 1.50, 2.00) - (0.50, 0.67, \\
& 1.00)] + 0.007 [(1.00, 1.50, 2.00) - (0.50, 0.67, 1.00)] / [(1.00, 1.50, 2.00) - (0.50, 0.67, \\
& 1.00)] + 0.11 [(1.00, 1.00, 1.50) - (0.67, 1.00, 1.00)] / [(1.00, 1.00, 1.50) - (0.67, 1.00, \\
& 1.00)]
\end{aligned}$$

$$= (-0.123, 0.46, 0.35)$$

$$\tilde{R}_2 = (0.06, 0.138, 0.35)$$

Çizelge 6.38  $\tilde{S}_i$  ve  $\tilde{R}_i$  değerlerine göre alternatifler

Alternatifler	$\tilde{S}_i$	$\tilde{R}_i$
1. Alternatif	(- 0.438, 0.278, 0.166)	(0, 0.138, 0)
2. Alternatif	(-0.123, 0.46, 0.35)	(0.06, 0.138, 0.35)

3. *Adım:*  $\tilde{S}^*$ ,  $\tilde{S}^-$ ,  $\tilde{R}^*$ ,  $\tilde{R}^-$ ,  $\tilde{Q}_i$  değerleri hesaplanır.  $\tilde{S}^*$ , min  $\tilde{S}_i$  değeridir.  $\tilde{S}_i$  ise maksimum grup faydasıdır.  $\tilde{R}^-$ , min  $\tilde{R}_i$  değeridir.  $\tilde{R}_i$ , karşıt görüştekilerin minimum pişmanlığını ifade eder. Bundan dolayı  $\tilde{Q}_i$ , hem grup faydasını hem de karşıt görüştekilerin pişmanlığını içerir.

$\tilde{S}^*$  ve  $\tilde{S}^-$  değerleri eşitlik (5.60);  $\tilde{R}^*$  ve  $\tilde{R}^-$  değerleri eşitlik (5.61) ile bulunur.

Çizelge 6.39  $\tilde{S}^*$ ,  $\tilde{S}^-$ ,  $\tilde{R}^*$ ,  $\tilde{R}^-$  değerlerine göre alternatifler

$\tilde{S}^*$	(-0.438, 0.278, 0.166)
$\tilde{S}^-$	(-0.123, 0.46, 0.35)
$\tilde{R}^*$	(0, 0.138, 0)
$\tilde{R}^-$	(0.06, 0.138, 0.35)

4. *Adım:*  $\tilde{Q}_i$  değeri eşitlik (5.62) ile bulunur. Hesaplanan  $\tilde{Q}_i$  değerine göre alternatiflerin sıralaması yapılır.  $\tilde{Q}_i$  değerinin hesaplanmasında  $v$  (maksimum grup faydasını sağlayan ağırlık) 0.50 olarak alınmıştır.

$$\tilde{Q}_1 = 0.50 [(-0.438, 0.278, 0.166) - (-0.438, 0.278, 0.166)] / [(-0.123, 0.46, 0.35) - (-0.438, 0.278, 0.166)] + 0.50 [(0, 0.138, 0) - (0, 0.138, 0)] / [(0.06, 0.138, 0.35) - (0, 0.138, 0)]$$

$$= (-0.383, 0, -1.045)$$

$$\tilde{Q}_2 = 0.50 [(-0.123, 0.46, 0.35) - (-0.438, 0.278, 0.166)] / [(-0.123, 0.46, 0.35) - (-0.438, 0.278, 0.166)] + 0.50 [(0.06, 0.138, 0.35) - (0, 0.138, 0)] / [(0.06, 0.138, 0.35) - (0, 0.138, 0)]$$

$$= (-0.0995, 0.50, 4.965)$$

Bulanık olmayan  $Q_i$  değerleri eşitlik (5.66) ile hesaplanır.

Çizelge 6.40  $\tilde{Q}_i$  ve  $Q_i$  değerlerine göre alternatifler

Alternatifler	$\tilde{Q}_i$	$Q_i$	Sıralama
1. Alternatif	(-0.383, 0, -1.045)	-0.238	1
2. Alternatif	(-0.0995, 0.50, 4.965)	1.14425	2

5. *Adım:*  $Q$  değerlerine göre sıralanan alternatiflerden, minimum  $Q$  değerine sahip alternatif seçilir. Analiz sonucunda, 1. alternatifin performansı (1. portföy yöneticisi) şubede görev yapan diğer bireysel portföy yöneticisinden daha yüksek çıkmıştır.

Çizelge 6.41 Bulanık vikor yöntemi sonuçları

Sıralama	1	2
$S_i$	1. Alternatif	2. Alternatif
$R_i$	1. Alternatif	2. Alternatif
$Q_i$	1. Alternatif	2. Alternatif

**6.Adım:** Koşullar kontrol edilir. 1. koşul için; performans açısından birinci sıradaki ve ikinci sıradaki birimlerin Q değerlerinin farkına ve performansı ölçülen birim sayısına bağlı bir hesaplama yapılır. Alternatif sayısı (j) = 2 olduğundan D(Q) değeri eşitlik (5.68) ile 1 olarak hesaplanır.

Eşitlik (5.67) ile  $1.14425 - (-0.238) \geq 1$  eşitsizliği ortaya çıkmaktadır. Bu sonuca göre, 1. koşul (C<sub>1</sub>) geçerlidir. 2. koşul (C<sub>2</sub>) için; en iyi Q değerine sahip seçenek, S ve R değerlerinin en az birinde en iyi değeri elde etmiş olmalıdır. Bu koşul dikkate alındığında 1. portföy yöneticisinin, performans değerlendirme sonucu oluşan S ve R değerleri bakımından en iyi performansa sahip olduğu söylenebilir.

#### 6.4 Bulanık Ahp, Bulanık Topsis ve Bulanık Vikor ile Elde Edilen Sonuçların Karşılaştırılması

Bu bölümde bulanık ahp, bulanık topsis ve bulanık vikor yöntemleri ile performansları değerlendirilen portföy yöneticileri karşılaştırılacaktır.

Uygulamadaki üç çözümün sonuçları aşağıdaki gibi bulunmuştur;

Çizelge 6.42 Alternatiflerin bulanık ahp ile hesaplanan toplam görelî ağırlıkları

	Vad. TL	Vad. DTH	Vadeli	Kredi TL	BHG	Ödeme	K. Kart	S. BES	Altın	Gümüş	Bronz	Platin
	0.14	0.08	0.10	0.14	0.09	0.13	0.08	0.07	0.04	0.01	0.01	0.11
1.	1.00	0.68	0.68	0.32	0.32	0.68	0.50	0.50	0.50	0.68	0.32	0.50
2.	0.00	0.32	0.32	0.68	0.68	0.32	0.50	0.50	0.50	0.32	0.68	0.50

Çizelge 6.43 Bulanık ahp ile sonuç tablosu

Alternatifler	Toplam Öncelik Vektörü
1. Alternatif	0.5844
2. Alternatif	0.4156

Çizelge 6.44 Bulanık topsis ile sonuç tablosu

Alternatifler	A*	Sıralama	A <sup>-</sup>	Sıralama	C*	Sıralama
1. Alternatif	10.737	1	1,306964	1	0.1085	1
2. Alternatif	11.0639	2	0,968658	2	0.081	2

Çizelge 6.45 Bulanık vikor ile sonuç tablosu

<b>Sıralama</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
$S_i$	1. Alternatif	2. Alternatif
$R_i$	1. Alternatif	2. Alternatif
$Q_i$	1. Alternatif	2. Alternatif

Yukarıda belirtilen üç farklı yöntem ile elde edilen sonuçlara göre 1. alternatif birinci sıradadır. 1. alternatifin Nisan ayı için ürün bazlı performansı 2. alternatife göre daha yüksek çıkmıştır.

### SONUÇ VE ÖNERİLER

İşletmelerin değişen koşullara kolayca uyum sağlayabilmeleri ve doğru kararlar alabilmeleri, karar sürecinde nitel ve nicel faktörleri bir arada değerlendirebilen bilimsel yöntemlerin kullanılması ile mümkündür.

Bu çalışmada çok ölçütlü ve bulanık çok ölçütlü karar verme teknikleri incelenmiş ve uygulama olarak bir performans değerlendirme problemi ele alınarak bulanık çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden bulanık ahp, bulanık topsis ve bulanık vikor yöntemleri olmak üzere üç farklı teknik ile çözülmüştür.

Uygulamada, portföy yöneticilerinin performanslarının değerlendirilmesinde göz önüne alınan kriterler araştırılarak belirlenmiş ve bu kriterler ana ve alt başlıklara ayrıştırılmıştır. Ana kriterler hedef gerçekleştirme performansı, banka diğer ürünler performansı ve aktif müşteri piramidi olarak üç ana başlık altında incelenmiş olup; bu ana kriterler de kendi içlerinde toplamda on iki alt kriter başlığı olarak ele alınmıştır. Performans değerlendirme konusunda bilgi ve tecrübesi bulunan uzman kişilerin yardımıyla kriterlerin görece önem ağırlıklarını içeren kriterlerin ikili karşılaştırması yapılmıştır. Oluşturulan karşılaştırma matrisi bulanık ahp yöntemi ile çözümlenerek kriterlerin ağırlıkları bulunmuştur.

Belirlenen kriterlere göre alternatiflerin de ikili karşılaştırma matrisleri oluşturularak alternatifler tüm kriterlere göre bulanık üçgen sayılar ile değerlendirilmiştir. Alternatiflerin kriterlere göre değerlendirilmesinde ele alınan kriterler somut veriler olduğundan dolayı seçilen portföy yöneticileri için önceki aylara ait verilerden yararlanılarak karşılaştırma yapılmıştır. Kriterler ve alternatifler için ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulduktan sonra; bulanık ahp yöntemi ile elde edilen kriter önem



ağırlıkları seçilen üç yöntemde de kullanılarak alternatifler bulanık ahp, bulanık topsis ve bulanık vikor yöntemleri değerlendirilmiştir. Her üç çözümde de aynı karşılaştırma matrisleri problem çözümüne girdi olarak alınmıştır.

Bu çalışmada tanıtılan bulanık ahp, bulanık topsis ve bulanık vikor yöntemleri portföy yöneticilerinin performanslarının değerlendirilmesinde karar vericilere yardımcı olmaktadır.

Performans değerlendirmede karar vericiler kriterlere göreceli ağırlıklar vererek sıralamaya yön verebilmektedirler. Uzun dönemde bankanın portföy performanslarını değerlendirmede kullandığı kriterlere vereceği ağırlıklar değişiklik gösterebilmektedir. Bu durumda bir sonraki değerlendirmede ağırlıklar yeniden gözden geçirilmelidir.

Sadece performansı değerlendirmek yeterli değildir, bu değerlendirme sonuçlarına göre gerekli tedbirler de alınmalıdır. Personelin düşük performans gösterdiği konular tespit edilerek gerekli araştırmalar yapılmalı, performansı arttırmaya yönelik eğitim faaliyet planları hazırlanmalı ve eğitimler profesyonel kişiler tarafından uygulanmalıdır.

Gelecek çalışmalarda portföy yöneticilerinin performanslarının ölçülmesinde personel tatmin gibi finansal olmayan değerler de değerlendirilmesine dâhil edilebilir.

## KAYNAKLAR

---

- [1] Büyüközkan, G. ve Ruan D., (2007).“Evaluating Government Websites Based on A Fuzzy Multiple Criteria Decision-Making Approach”, International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems,15 (3): 321 – 343.
- [2] Wang, J., Fan, K. ve Wang, W., (2010). “Integration of Fuzzy AHP and FPP with TOPSIS Methodology For Aeroengine”, Expert Systems with Applications, 37: 8516–8526.
- [3] Amiri, M.P., (2010).“Project Selection For Oil-Fields Development By Using the AHP and Fuzzy TOPSIS Methods”, Expert Systems with Applications, 37: 6218–6224.
- [4] Dağdeviren, M., Yavuz, S. ve Kılınç, N., (2008). “Weapon Selection Using the AHP and TOPSIS Methods Under Fuzzy Environment”, Expert Systems with Applications,37: 6218–6224.
- [5] Ertuğrul, İ. ve Karakaşoğlu, N., (2007).“Comparison of Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS Methods For Facility Location Selection”, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 39: (7-8),783 – 795.
- [6] Önüt, S. ve Soner, S., (2008). “Transshipment Site Selection Using the AHP and TOPSIS Approaches Under Fuzzy Environment”, Waste Management, 28 (9): 1552-1559.
- [7] Liang, H.C. ve Chia, C.H., (2010).“An Integrated Fuzzy Approach For The Selection of Outsourcing Manufacturing Partners in Pharmaceutical R&D”, International Journal of Production Research, 48 (24): 7483 – 7506.
- [8] Mukherjee, A. ve Nath, P., (2005). “An Empirical Assessment of Comparative Approaches to Service Quality Measurement”, Journal of Services Marketing, 19 (3):174-184.
- [9] Ustasüleyman,T., (2009). “Bankacılık Sektöründe Hizmet Kalitesinin Değerlendirilmesi: Ahs-Topsis Yöntemi”, Bankacılar Dergisi, (69).
- [10] Seçme, Y.N., Bayrakdaroğlu, A. ve Kahraman,C., (2009). “Fuzzy Performance Evaluation in Turkish Banking Sector Using Analytic Hierarchy Process and TOPSIS”, Expert Systems with Applications, 36(9): 11699-11709.

- [11] Ertuğrul, İ. ve Karakaşoğlu, N., (2008). “Banka Şube Performanslarının Vikor Yöntemi İle Değerlendirilmesi” Endüstri Mühendisliği Dergisi, 20 (1):19-28.
- [12] Chen, L.Y. ve Wang, T.C., (2009). “Optimizing Partners’ Choice in IS/IT Outsourcing Projects: The Strategic Decision of Fuzzy VIKOR”, Int.J.Production Economics, 120: 233 – 242.
- [13] Kaya, T. ve Kahraman C., (2010).“Multicriteria Renewable Energy Planning Using An Integrated Fuzzy VIKOR & AHP Methodology: The Case of İstanbul”, Energy, 35: 2517 – 2527.
- [14] Albayrak, Y.E. ve Erkut, H., (2005). “Banka Performans Değerlendirmede Analitik Hiyerarşi Süreç Yaklaşımı”, İTÜ Mühendislik Dergisi/d, 4(6):47-58.
- [15] Murdick, R.G., Render, B. ve Russell, R.S., (1990). Service Operations Management Technical Texts, Inc.
- [16] Korunka, C. ve Scharitzer, D., (2000).“New public management : Evaluating the Success of Total Quality Management and Change Management Interventions in Public Services From the Employees’ and Customers’ Perspectives”, Total Quality Management, 11:941-953.
- [17] Grönroos, C., (1984).“A Service Quality Model And Its Marketing Implications”, European Journal of Marketing, 18:36-44.
- [18] Parasuraman, A., Zeithaml, V. ve Berry, L., (1985). “A conceptual model of service quality and its implications for future research”, Journal of Marketing, 49:41-50.
- [19] Uçak, M., (2007). Türk Ticari Banka Sektöründe Şube Performanslarının Ölçülmesi ve Eğitim Gereklerinin Tespiti, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [20] Krishnan, M., Ramaswamy, V., Meyer, M. ve Damien, P., (1999). “Customer Satisfaction For Financial Services: The Role of Products, Services, And Information Technology”, Management Science, 45:1194-1209.
- [21] Harkers, P.T. ve Zenios, S.A., (1998).“What Drives the Performance of Financial Institutions”, Wharton Working Papers.
- [22] Keeley, M.C., (1988). “Deposit Insurance Risk and Markey Power in Banking”, Working Paper, Federal Reserve Bank of San Fransisco, CA, September 1988.
- [23] Staking, K.B. ve Babbel, D.F., (1995). “The Relation Between Capital Structure and Interest Rate Sensitivity and Market Value in the Property – Liability Insurance Industry”, The Journal of Risk and Insurance, 62: 690-718.
- [24] Tözüm, H., (2002). “Bankalarda Performans Değerlendirmesi”, Active Dergisi, 27: 3-8.

- [25] Boyd,B., (1991). “Strategic Planning and Financial Performance: A Meta – Analytical Review”, Journal of Management Studies,28.
- [26] Capon,N., Farley, J. ve Hulbert, J., (1994). “Strategic Planning and Financial Performance: More Evidence”, Journal of Management Studies,31.
- [27] Heskett, J.L., Jones, T.O., Loveman, G.W., Sasser, W.E. ve Schlesinger, L.A., (1994). “Putting the Service – Profit Chain to Work”, Harvard Business Review, 72 (2): 164- 175.
- [28] Soteriou, A. ve Zenious, S.A., (1998). “Operations, Quality and Profitability in the Provision of Banking Services”, Management Science.
- [29] Reilly, F.K, (1989). Investment Analysis and Portfolio Management, 3rd Edition, The Dryden Press, 255, Chicago.
- [30] Berk, N., (2003).Finansal Yönetim, 7.Baskı, Türkmen Kitabevi, 365, İstanbul.
- [31] Markowitz, H., (1952). Portfolio Selection, Journal of Finance, (7), 77-91.
- [32] Sauvain, H.,(1967). Investment Management, 3rd Edition, Englewood Cliffs, N.J.: Prentice – Hall, Inc., 50.
- [33] Okka, Ö.F, (2008).Bireysel Performansa Dayalı Ücret ve Verimlilik: Bankacılık Sektöründe Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Konya.
- [34] Çelikyay, S., (2002). Çok Amaçlı Savaş Uçağı Seçiminde Çok Ölçütlü Karar Verme,Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [35] Munaif, M.A., (1995). “Multiply Criteria Decision Making in Contractor Selection and Evaluation of Construction Bids in Saudi Arabia”, Doctor of Philosophy in Engineering, Management University of Missouri-Rolla.
- [36] Minowa, M., Phua M.H., (2004). “A GIS Based Multi-Criteria Decision Making Approach to Forest Conservation Planning at a Landscape Scale”,Landscape and Urban Planning, 207-222.
- [37] Erol, V. ve Başlıgil, H., (2005). “Analytic Hierarchy Process and Artificial Neural Networks Model For Management Information Systems Software Selection in Companies, Journal of Engineering and Natural Sciences”, 107.
- [38] Tekeş, M., (2002). Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ve Türk Silahlı Kuvvetleri’nde Kullanılan Tabancaların Bulanık Uygunluk İndeksli Analitik Hiyerarşi Prosesi İle Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [39] Çavdar, A.C., (2005). Şirketler Grubu Yapısı Altında Performans Yönetimine Çok Ölçütlü Karar Verme Yaklaşımı, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- [40] Dağdeviren, M., Akay, D. ve Kurt, M., (2004). İş Değerlendirme Sürecinde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Uygulaması, Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi, 19 (2):131-138.
- [41] Gülten, H., (2009). Tesis Yeri Seçimi Probleminde AAS Kullanılması ve Karar Sisteminin AHS İle Doğrulanması, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [42] Evren, R. Ve Ülengin, F., (1992). “Yönetimde Karar Verme”, İTÜ Matbaası, İstanbul.
- [43] Erikan, L., (2002). Hava Kuvvetleri Komutanlığında Aday Seçiminde AHP ile Etkin Karar Verme, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [44] Dokuz Eylül Üniversitesi, Analitik Hiyerarşi Prosesi, [www.deu.edu.tr/userweb/k.yaralioglu/](http://www.deu.edu.tr/userweb/k.yaralioglu/), 10 Nisan 2011.
- [45] Dağdeviren, M., (2002). Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Yeni Bir Analitik İş Değerlendirme Tekniğinin Geliştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [46] Rouyandegh, B. D., (2004). DEA/AHP Sıralı Metodu ile İran Amir Kabir Üniversitesi Fakültelerinin Etkinlik Ölçümü, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [47] Saaty, T., (1990). “Decision Making For Leaders”, RWS Publications, USA, 1-30.
- [48] Triantaphyllou, E., (2000). Multi-Criteria Decision Making Methods: A Comparative Study, Kluwer Academic Publishers, London.
- [49] Hava Harp Okulu, Çok Amaçlı Karar Verme Yöntemlerinden Topsis, [www.hho.edu.tr](http://www.hho.edu.tr), 10 Şubat 2011.
- [50] Serinkaya, O., (2001). Çok Kriterli Karar Destek Sistemi ELECTRE Yöntemleri Üzerine Bir Uygulama, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- [51] Saaty, T.L., (1996). “The Analytic Network Process: Decision Making with Dependence and Feedback”, Completely Revised and Published 2001, RWS Publications, Pittsburgh.
- [52] Meade, L.M. ve Presley, A., (2002). “R&D Project Selection Using the Analytic Network Process”, IEEE Transactions on Engineering Management, 49(1): 59-66.
- [53] Yurdakul, M., (2003). “Measuring Long-term Performance of a Manufacturing Firm Using the Analytical Network Process (ANP) Approach”, International Journal of Production Research, 41(11): 2501-2529.

- [54] Chung, S.H., Lee, A.H.I. ve Pearn, W.L., (2005). "Analytic Network Process (ANP) Approach For Product Mix Planning in Semiconductor Fabricator", International Journal of Production Economics, 96(1):15-36.
- [55] Gencer, C. ve Gürpınar, D., (2007). "Analytic Network Process in Supplier Selection: A Case Study in an Electronic Firm", Applied Mathematical Modelling, 31(11): 2475- 2486.
- [56] Makine Mühendisleri Odası, Analitik Ağ Süreci Yöntemi Üzerine Bulanık Bilgi Aksiyomu Açılımı, [www.mmo.org.tr/resimler/dosya\\_ekler/eebe066b8d5d371\\_ek.pdf?dergi=534](http://www.mmo.org.tr/resimler/dosya_ekler/eebe066b8d5d371_ek.pdf?dergi=534), 10 Şubat 2011.
- [57] Saaty, T.L., (1999). "Fundamentals of The Analytic Network Process", ISAHP, Kobe.
- [58] Saaty, T.L., (2001). "Deriving the AHP 1-9 Scale From First Principles", ISAHP 2001, August 2-4, Berne, Switzerland.
- [59] Opricovic, S. ve Tzeng, G.H., (2004). "Compromise Solution By MCDM Methods: A Comparative Analysis of VIKOR and TOPSIS", European Journal of Operational Research, 156: 445-455.
- [60] Yu, P. L., (1973). "A Class of Solutions for Group Decision Problems", Management Science, 19(8):936-946.
- [61] Opricovic, S. ve Tzeng, G.H., (2007). "Extended VIKOR Method in Comparison with Other Outranking Methods", European Journal of Operational Research, 178:514-529.
- [62] Zadeh, L.A., (1965). "Fuzzy Sets", Information and Control, 8.
- [63] Klir, G.F. ve Folger, T.A., (1988). "Fuzzy Sets, Uncertainty and Information", Prentice-Hall Inc., London.
- [64] Kahraman, C., (1995). İleri İmalat Teknolojilerinin Ekonomik Analizi Ve Esneklik Faktörünün Sayısallaştırılmasına Bulanık Kümeler Yaklaşımı, Doktora Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [65] Mercan, C.A., (2005), Bulanık Mantık Kulübü, Şubat 2001 Bülteni, <http://www.bumat.itu.edu.tr/index.php>, 10 Nisan 2011.
- [66] Şen, Z., (2001). Bulanık Mantık ve Modelleme İlkeleri, Bilge Sanat Yapım Yayınları, İstanbul.
- [67] Yeşil, E., "Bulanık Mantığa Giriş", BUMAT, Şubat 2001 Bülteni, <http://www.bumat.itu.edu.tr/index.php>, 10 Nisan 2011.
- [68] Chen, S.J. ve Hwang, C.L., (1992). Fuzzy Multiple Attribute Decision Making: Methods and Its Applications, Lecture Notes in Economics and Maths., Springer-Verlag, Germany.

- [69] Üzgün, T., (2006). Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [70] Riberio, R.A., (1996). “Fuzzy Multiple Attribute Decision Making:A Review and New Preference Elicitation Techniques”, Fuzzy Sets and Systems, 78: 155-181.
- [71] Kabak, Ö., (2003). Türkiye'nin Sürdürülebilir Kalkınmadaki Yeri: Bir Bulanık Çok Ölçütlü Karar Verme Yaklaşımı, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [72] Chang, D.Y., (1996). “Applications of the Extent Analysis Method on Fuzzy AHP”, European Journal of Operational Research, 95: 649 -655.
- [73] Büyüközkan, G., Kahraman, C. ve Ruan, D., (2004). “A Fuzzy Multi-Criteria Decision Approach For Software Development Strategy Selection”, International Journal of General Systems, 33 (2-3):259-280.
- [74] Cheng, C.H., Yang, K.L. ve Hwang, C.L., (1999). “Evaluating Attack Helicopters By AHP Based on Linguistic Variable Weight”, European Journal of Operational Research, 116 (2):423-435.
- [75] Topel, A., (2006). Analitik Hiyerarşi Prosesinin Bulanık Mantık Ortamındaki Uygulamaları-Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [76] Artuç, A., (2001). Askeri Telsiz Sistemlerinin Performanslarının Bulanık Karar Ortamında Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [77] Chen, C.T., (2000). “Extensions of the TOPSIS For Group Decision-Making under Fuzzy Environment”, Fuzzy Sets and Systems, 114:1-9.
- [78] Wang, Y. M. ve Elhag, T. M. S., (2006). “Fuzzy Topsis Method Based On Alpha Level Setaes With An Application to Bridge Risk Assessment”, Expert Systems With Applications, 31:309-319.
- [79] Onursal, B., (2009). Proje Seçiminde Bulanık Topsis Yöntemi İle Bir Model Önerisi: İnşaat Sektörü Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [80] Önüt, S. ve Kara, S.S., (2008). “Bulanık Ortamda Çok Kriterli Depo Yeri Seçimi: Bir AHP-Bulanık TOPSIS Uygulaması”, 2. Ulusal Sistem Mühendisliği Kongresi, İstanbul, 184-188.

---

**KRİTERLERİN OLABİLİRLİK DERECELERİ****A-1 3. Kriter İçin Olabilirlik Derecesi**

$V(S_3 \geq S_1)$	0,7
$V(S_3 \geq S_2)$	1
$V(S_3 \geq S_4)$	0,7
$V(S_3 \geq S_5)$	1
$V(S_3 \geq S_6)$	0,71
$V(S_3 \geq S_7)$	1
$V(S_3 \geq S_8)$	1
$V(S_3 \geq S_9)$	1
$V(S_3 \geq S_{10})$	1
$V(S_3 \geq S_{11})$	1
$V(S_3 \geq S_{12})$	0,86

**A-2 4. Kriter İçin Olabilirlik Derecesi**

$V(S_4 \geq S_1)$	1
$V(S_4 \geq S_2)$	1
$V(S_4 \geq S_3)$	1
$V(S_4 \geq S_5)$	1
$V(S_4 \geq S_6)$	1
$V(S_4 \geq S_7)$	1
$V(S_4 \geq S_8)$	1
$V(S_4 \geq S_9)$	1
$V(S_4 \geq S_{10})$	1
$V(S_4 \geq S_{11})$	1
$V(S_4 \geq S_{12})$	1



### A-3 5. Kriter İçin Olabilirlik Derecesi

$V(S_5 \geq S_1)$	0,672
$V(S_5 \geq S_2)$	1
$V(S_5 \geq S_3)$	0,974
$V(S_5 \geq S_4)$	0,672
$V(S_5 \geq S_6)$	0,681
$V(S_5 \geq S_7)$	1
$V(S_5 \geq S_8)$	1
$V(S_5 \geq S_9)$	1
$V(S_5 \geq S_{10})$	1
$V(S_5 \geq S_{11})$	1
$V(S_5 \geq S_{12})$	0,839

### A-4 6. Kriter İçin Olabilirlik Derecesi

$V(S_6 \geq S_1)$	0,972
$V(S_6 \geq S_2)$	1
$V(S_6 \geq S_3)$	1
$V(S_6 \geq S_4)$	0,972
$V(S_6 \geq S_5)$	1
$V(S_6 \geq S_7)$	1
$V(S_6 \geq S_8)$	1
$V(S_6 \geq S_9)$	1
$V(S_6 \geq S_{10})$	1
$V(S_6 \geq S_{11})$	1
$V(S_6 \geq S_{12})$	1

### A-5 7. Kriter İçin Olabilirlik Derecesi

$V(S_7 \geq S_1)$	0,56
$V(S_7 \geq S_2)$	0,944
$V(S_7 \geq S_3)$	0,853
$V(S_7 \geq S_4)$	0,56
$V(S_7 \geq S_6)$	0,878
$V(S_7 \geq S_6)$	0,559
$V(S_7 \geq S_8)$	0,987
$V(S_7 \geq S_9)$	1
$V(S_7 \geq S_{10})$	1
$V(S_7 \geq S_{11})$	1
$V(S_7 \geq S_{12})$	0,729

**A-6 8. Kriter İçin Olabilirlik Derecesi**

$V(S_8 \geq S_1)$	0,532
$V(S_8 \geq S_2)$	0,953
$V(S_8 \geq S_3)$	0,852
$V(S_8 \geq S_4)$	0,532
$V(S_8 \geq S_5)$	0,879
$V(S_8 \geq S_6)$	0,528
$V(S_8 \geq S_7)$	1
$V(S_8 \geq S_9)$	1
$V(S_8 \geq S_{10})$	1
$V(S_8 \geq S_{11})$	1
$V(S_8 \geq S_{12})$	0,716

**A-7 9. Kriter İçin Olabilirlik Derecesi**

$V(S_9 \geq S_1)$	0,32
$V(S_9 \geq S_2)$	0,756
$V(S_9 \geq S_3)$	0,651
$V(S_9 \geq S_4)$	0,32
$V(S_9 \geq S_5)$	0,679
$V(S_9 \geq S_6)$	0,292
$V(S_9 \geq S_7)$	0,833
$V(S_9 \geq S_8)$	0,823
$V(S_9 \geq S_{10})$	1
$V(S_9 \geq S_{11})$	1
$V(S_9 \geq S_{12})$	0,526

**A-8 10. Kriter İçin Olabilirlik Derecesi**

$V(S_{10} \geq S_1)$	0,105
$V(S_{10} \geq S_2)$	0,491
$V(S_{10} \geq S_3)$	0,4
$V(S_{10} \geq S_4)$	0,105
$V(S_{10} \geq S_5)$	0,423
$V(S_{10} \geq S_6)$	0,051
$V(S_{10} \geq S_7)$	0,574
$V(S_{10} \geq S_8)$	0,574
$V(S_{10} \geq S_9)$	0,732
$V(S_{10} \geq S_{11})$	1
$V(S_{10} \geq S_{12})$	0,312

**A-9 11. Kriter İçin Olabilirlik Derecesi**

$V(S_{11} \geq S_1)$	0,104858
$V(S_{11} \geq S_2)$	0,490762
$V(S_{11} \geq S_3)$	0,399778
$V(S_{11} \geq S_4)$	0,104858
$V(S_{11} \geq S_5)$	0,423339
$V(S_{11} \geq S_6)$	0,05122
$V(S_{11} \geq S_7)$	0,574103
$V(S_{11} \geq S_8)$	0,573711
$V(S_{11} \geq S_9)$	0,731768
$V(S_{11} \geq S_{10})$	1
$V(S_{11} \geq S_{12})$	0,311605

**A-10 12. Kriter İçin Olabilirlik Derecesi**

$V(S_{12} \geq S_1)$	0,798538
$V(S_{12} \geq S_2)$	1
$V(S_{12} \geq S_3)$	1
$V(S_{12} \geq S_4)$	0,798538
$V(S_{12} \geq S_5)$	1
$V(S_{12} \geq S_6)$	0,822183
$V(S_{12} \geq S_7)$	1
$V(S_{12} \geq S_8)$	1
$V(S_{12} \geq S_9)$	1
$V(S_{12} \geq S_{10})$	1
$V(S_{12} \geq S_{11})$	1

## ALTERNATİFLERİN ORTALAMA HEDEF GERÇEKLEŞME YÜZDELERİ

Portföy yöneticilerinin kriterlere göre değerlendirilmesinde performans raporlarından yararlanılarak son çeyrek'deki ortalama hedef gerçekleştirme yüzdesi değerleri dikkate alınarak kıyaslama yapılmıştır.

### B-1 Vadesiz TL Ürünü İçin Alternatiflerin Hedef Gerçekleşme Yüzdesi Değerleri

#### 1. Alternatif

Ürünler	Fiili - Hacim				Bütçe- Hacim		Gerçekleşme Yüzdesi
			Ortalama Hacim (1000 TRL)	Ortalama Hacim (1000 USD)	Hedef Ortalama Hacim(1000 TRL)	Hedef Ortalama Hacim(1000 USD)	
TL Maliyetsiz Aralık-2010	TL Vadesiz		2.887,16	1.909,62	2.100,43	1.409,69	137.46
		TL Vadesiz	2.887,16	1.909,62	2.100,43	1.409,69	137.46
		TL Maliyetsiz Şube Devirleri	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TL Maliyetsiz Ocak - 2011	TL Vadesiz		2.406,34	1.546,08	1.872,76	1.202,80	128.50
		TL Vadesiz	2.406,34	1.546,08	1.872,76	1.202,80	128.50
		TL Maliyetsiz Şube	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

		<i>Devirleri</i>					
<i>TL Maliyetsiz Şubat - 2011</i>	<i>TL Vadesiz</i>		2.205,63	1.392,82	1.899,33	1.199,83	116.13
		<i>TL Vadesiz</i>	2.205,63	1.392,82	1.899,33	1.199,83	116.13
		<i>TL Maliyetsiz Şube Devirleri</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

## 2. Alternatif

		Fiili - Hacim			Bütçe- Hacim		Gerçekleşme Yüzdesi
Ürünler			Ortalama Hacim (1000 TRL)	Ortalama Hacim (1000 USD)	Hedef Ortalama Hacim(1000 TRL)	Hedef Ortalama Hacim(1000 USD)	
<i>TL Maliyetsiz Aralık- 2010</i>	<i>TL Vadesiz</i>		1.831,53	1.213,12	2.255,97	1.514,07	81.19
		<i>TL Vadesiz</i>	1.831,53	1.213,12	2.255,97	1.514,07	81.19
		<i>TL Maliyetsiz Şube Devirleri</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>TL Maliyetsiz Ocak - 2011</i>	<i>TL Vadesiz</i>		2.081,83	1.335,84	2.809,14	1.804,20	74.11
		<i>TL Vadesiz</i>	2.081,83	1.335,84	2.809,14	1.804,20	74.11
		<i>TL Maliyetsiz Şube Devirleri</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>TL Maliyetsiz Şubat - 2011</i>	<i>TL Vadesiz</i>		2.194,04	1.385,13	2.848,99	1.799,74	77

		TL Vadesiz	2.194,04	1.385,13	2.848,99	1.799,74	77
		TL Maliyetsiz Şube Devirleri	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

## B-2 Vadesiz DTH Ürünü İçin Alternatiflerin Hedef Gerçekleşme Yüzdesi Değerleri

### 1. Alternatif

		Fiili – Hacim			Bütçe- Hacim		Gerçekleşme Yüzdesi
Ürünler			Ortalama Hacim (1000 TRL)	Ortalama Hacim (1000 USD)	Hedef Ortalama Hacim(1000 TRL)	Hedef Ortalama Hacim(1000 USD)	
YP Maliyetsiz Aralık- 2010	YP Vadesiz		3.115,93	2.061,24	2.365,35	1.587,48	131.73
		YP Vadesiz	3.115,93	2.061,24	2.365,35	1.587,48	131.73
		YP Maliyetsiz Şube Devirleri	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
YP Maliyetsiz Ocak - 2011	YP Vadesiz		2.846,85	1.827,39	1.929,71	1.239,38	147.53
		YP Vadesiz	2.846,85	1.827,39	1.929,71	1.239,38	147.53
		YP Maliyetsiz Şube Devirleri	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
YP Maliyetsiz Şubat - 2011	YP Vadesiz		2.289,69	1.446,20	2.002,10	1.264,75	114.36

		YP Vadesiz	2.289,69	1.446,20	2.002,10	1.264,75	114.36
		YP Maliyetsiz Şube Devirleri	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

## 2. Alternatif

Fiili – Hacim			Bütçe- Hacim				Gerçekleşme Yüzdesi
Ürünler			Ortalama Hacim (1000 TRL)	Ortalama Hacim (1000 USD)	Hedef Ortalama Hacim(1000 TRL)	Hedef Ortalama Hacim(1000 USD)	
YP Maliyetsiz Aralık- 2010	YP Vadesiz		3.175,12	2.097,28	2.466,64	1.655,46	128.72
		YP Vadesiz	3.175,12	2.097,28	2.466,64	1.655,46	128.72
		YP Maliyetsiz Şube Devirleri	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
YP Maliyetsiz Ocak - 2011	YP Vadesiz		3.377,78	2.167,25	3.087,53	1.983,00	109.40
		YP Vadesiz	3.377,78	2.167,25	3.087,53	1.983,00	109.40
		YP Maliyetsiz Şube Devirleri	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
YP Maliyetsiz Şubat - 2011	YP Vadesiz		2.855,17	1.803,48	3.203,36	2.023,60	89.13

		YP Vadesiz	2.855,17	1.803,48	3.203,36	2.023,60	89.13
		YP Maliyetsiz Şube Devirleri	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

### B-3 Vadeli TL / DTH Ürünü İçin Alternatiflerin Hedef Gerçekleşme Yüzdesi Değerleri

#### 1. Alternatif

Ürünler		Ortalama Hacim (1000 TRL)	Ortalama Hacim (1000 USD)	Hedef Ortalama Hacim(1000 TRL)	Hedef Ortalama Hacim(1000 USD)	Gerçekleşme Yüzdesi
TL Vadeli- Aralık 2010		32.764,84	21.658,01	28.469,41	19.106,99	115.09
	O/N - TL Vadeli	3.164,23	2.096,64	0,00	0,00	0,00
	1 Ay- TL Vadeli	9.541,87	6.318,69	0,00	0,00	0,00
	3 Ay- TL Vadeli	19.734,20	13.028,06	0,00	0,00	0,00
	6 Ay- TL Vadeli	321,81	212,82	0,00	0,00	0,00
	1 Yıl- TL Vadeli	2,72	1,81	0,00	0,00	0,00
	1 Yıl Üzeri- TL Vadeli	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
YP Vadeli – Aralık 2010		15.567,31	10.302,70	17.999,58	12.080,25	86.49



	O/N-YP Vadeli	1.027,98	668,04	0,00	0,00	0,00
	1 Ay- YP Vadeli	3.461,40	2.291,81	0,00	0,00	0,00
	3 Ay- YP Vadeli	10.203,07	6.759,23	0,00	0,00	0,00
	6 Ay- YP Vadeli	859,73	573,62	0,00	0,00	0,00
	1 Yıl- YP Vadeli	15,13	10,00	0,00	0,00	0,00
	1 Yıl Üzeri- YP Vadeli	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TL Vadeli- Ocak 2011		35.606,27	22.866,13	22.470,00	14.431,60	158,46
	O/N - TL Vadeli	2.071,84	1.326,93	0,00	0,00	0,00
	1 Ay- TL Vadeli	6.889,17	4.429,92	0,00	0,00	0,00
	3 Ay- TL Vadeli	26.296,84	16.885,49	0,00	0,00	0,00
	6 Ay- TL Vadeli	216,69	139,34	0,00	0,00	0,00
	1 Yıl- TL Vadeli	131,71	84,45	0,00	0,00	0,00
	1 Yıl Üzeri- TL Vadeli	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
YP Vadeli- Ocak 2010		10.208,79	6.559,83	19.544,63	12.552,75	52,23
	O/N-YP Vadeli	315,38	203,72	0,00	0,00	0,00

	1 Ay- YP Vadeli	2.616,47	1.684,70	0,00	0,00	0,00
	3 Ay- YP Vadeli	6.934,79	4.451,94	0,00	0,00	0,00
	6 Ay- YP Vadeli	288,19	184,99	0,00	0,00	0,00
	1 Yıl- YP Vadeli	53,97	34,49	0,00	0,00	0,00
	1 Yıl Üzeri- YP Vadeli	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TL Vadeli- Şubat 2011		37.076,45	23.413,30	22.834,00	14.424,51	162,37
	O/N - TL Vadeli	4.429,29	2.795,79	0,00	0,00	0,00
	1 Ay- TL Vadeli	2.131,48	1.348,24	0,00	0,00	0,00
	3 Ay- TL Vadeli	30.306,84	19.137,39	0,00	0,00	0,00
	6 Ay- TL Vadeli	126,84	80,10	0,00	0,00	0,00
	1 Yıl- TL Vadeli	82,00	51,78	0,00	0,00	0,00
	1 Yıl Üzeri- TL Vadeli	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
YP Vadeli- Şubat 2011		10.621,63	6.707,27	20.107,05	12.701,86	52,83
	O/N-YP Vadeli	195,43	123,38	0,00	0,00	0,00

	1 Ay- YP Vadeli	409,06	258,73	0,00	0,00	0,00
	3 Ay- YP Vadeli	9.565,04	6.039,68	0,00	0,00	0,00
	6 Ay- YP Vadeli	343,91	217,18	0,00	0,00	0,00
	1 Yıl- YP Vadeli	108,18	68,32	0,00	0,00	0,00
	1 Yıl Üzeri- YP Vadeli	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

## 2. Alternatif

Ürünler		Ortalama Hacim (1000 TRL)	Ortalama Hacim (1000 USD)	Hedef Ortalama Hacim(1000 TRL)	Hedef Ortalama Hacim(1000 USD)	Gerçekleşme Yüzdesi
TL Vadeli -Aralık 2010		23.437,36	14.609,26	21.839,46	14.657,35	107.32
	O/N -TL Vadeli	1.496,54	988,27	0,00	0,00	0,00
	1 Ay-TL Vadeli	4.504,15	2.970,50	0,00	0,00	0,00
	3 Ay-TL Vadeli	16.020,95	10.595,51	0,00	0,00	0,00
	6 Ay-TL Vadeli	64,79	42,77	0,00	0,00	0,00
	1 Yıl-TL Vadeli	18,47	12,21	0,00	0,00	0,00
	1 Yıl Üzeri- TL Vadeli	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
YP Vadeli -Aralık 2010		15.846,14	10.484,58	12.219,33	8.200,89	129.68

	O/N-YP Vadeli	3.109,49	2.062,20	0,00	0,00	0,00
	1 Ay-YP Vadeli	5.288,45	3.494,74	0,00	0,00	0,00
	3 Ay-YP Vadeli	7.296,53	4.827,37	0,00	0,00	0,00
	6 Ay-YP Vadeli	0,40	0,27	0,00	0,00	0,00
	1 Yıl-YP Vadeli	151,27	100,00	0,00	0,00	0,00
	1 Yıl Üzeri- YP Vadeli	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TL Vadeli -Ocak 2010		24.833,98	15.950,36	32.100,00	20.616,57	77.36
	O/N -TL Vadeli	1.283,09	826,23	0,00	0,00	0,00
	1 Ay-TL Vadeli	4.235,31	2.725,73	0,00	0,00	0,00
	3 Ay-TL Vadeli	16.898,67	10.846,26	0,00	0,00	0,00
	6 Ay-TL Vadeli	19,68	12,64	0,00	0,00	0,00
	1 Yıl-TL Vadeli	65,90	42,34	0,00	0,00	0,00
	1 Yıl Üzeri- TL Vadeli	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Diğer Vadeli- TL Vadeli	2.331,32	1.497,16	0,00	0,00	0,00
YP Vadeli- Ocak 2011		13.995,44	8.990,65	19.544,63	12.552,75	71.61
	O/N-YP Vadeli	381,97	246,13	0,00	0,00	0,00
	1 Ay-YP Vadeli	3.440,24	2.214,08	0,00	0,00	0,00
	3 Ay-YP Vadeli	10.017,52	6.430,44	0,00	0,00	0,00
	6 Ay-YP Vadeli	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1 Yıl-YP Vadeli	155,72	100,00	0,00	0,00	0,00

	1 Yıl Üzeri- YP Vadeli	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TL VADELİ- Şubat 2011		24.829,56	15.680,96	32.620,00	20.606,44	76.12
	O/N -TL Vadeli	3.166,69	2.000,62	0,00	0,00	0,00
	1 Ay-TL Vadeli	1.786,77	1.128,55	0,00	0,00	0,00
	3 Ay-TL Vadeli	19.802,53	12.505,34	0,00	0,00	0,00
	6 Ay-TL Vadeli	55,11	34,78	0,00	0,00	0,00
	1 Yıl-TL Vadeli	18,47	11,66	0,00	0,00	0,00
	1 Yıl Üzeri- TL Vadeli	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Diğer Vadeli- TL Vadeli	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
YP Vadeli- Şubat 2011		14.627,55	9.236,68	20.107,05	12.701,86	72.75
	O/N-YP Vadeli	287,34	181,49	0,00	0,00	0,00
	1 Ay-YP Vadeli	1.897,35	1.198,25	0,00	0,00	0,00
	3 Ay-YP Vadeli	12.284,51	7.756,94	0,00	0,00	0,00
	6 Ay-YP Vadeli	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	1 Yıl-YP Vadeli	158,36	100,00	0,00	0,00	0,00
	1 Yıl Üzeri- YP Vadeli	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

## B-4 TL Kredi Ürünü İçin Alternatiflerin Hedef Gerçekleşme Yüzdesi Değerleri

### 1. Alternatif

Ürünler		Ortalama Hacim (1000 TRL)	Ortalama Hacim (1000 USD)	Hedef Ortalama Hacim(1000 TRL)	Hedef Ortalama Hacim(1000 USD)	Gerçekleşme Yüzdesi
TL Kredi- Nakdi - Aralık 2010		11.090,17	7.332,41	9.222,53	6.189,62	120.25
	<i>TL Nakdi_Spot_Rotatif</i>	7,96	5,27	0,00	0,00	0,00
	<i>Taksitli TL Krediler</i>	10.766,95	7.119,50	8.938,57	5.999,04	120.4
	<i>Tarım &amp; Üretici</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Hisse Senedi TL</i>	34,10	22,03	78,00	52,35	43.72
	<i>KMH</i>	281,16	185,60	205,96	138,23	136.51
TL Kredi- Nakdi - Ocak 2011		13.531,44	8.684,50	9.747,03	6.260,13	138.83
	<i>TL Nakdi_Spot_Rotatif</i>	11,67	7,49	0,00	0,00	0,00
	<i>Taksitli TL Krediler</i>	11.951,67	7.676,42	9.367,03	6.016,07	127.59
	<i>Tarım &amp; Üretici</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Hisse Senedi TL</i>	1.284,25	818,17	0,00	0,00	0,00
	<i>KMH</i>	283,85	182,42	380,00	244,06	74.70
TL Kredi- Nakdi - Şubat 2011		12.489,87	7.887,53	10.027,29	6.334,36	124.56

	<i>TL Nakdi_Spot_Rotatif</i>	31,60	19,98	0,00	0,00	0,00
	<i>Taksitli TL Krediler</i>	11.769,66	7.432,57	9.642,03	6.090,99	122.07
	<i>Tarım &amp; Üretici</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Hisse Senedi TL</i>	416,66	263,22	0,00	0,00	0,00
	<i>KMH</i>	271,94	171,76	385,25	243,37	70.59

## 2. Alternatif

Ürünler		Ortalama Hacim (1000 TRL)	Ortalama Hacim (1000 USD)	Hedef Ortalama Hacim(1000 TRL)	Hedef Ortalama Hacim(1000 USD)	Gerçekleşme Yüzdesi
TL Kredi- Nakdi - Aralık 2010		11.286,62	7.455,40	7.386,82	4.957,60	152.79
	<i>TL Nakdi_Spot_Rotatif</i>	4,93	3,25	0,00	0,00	0,00
	<i>Taksitli TL Krediler</i>	10.275,71	6.792,87	7.138,39	4.790,87	143.95
	<i>Tarım &amp; Üretici</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Hisse Senedi TL</i>	799,75	523,31	78,00	52,35	1025.32
	<i>KMH</i>	206,23	135,97	170,43	114,38	121,00
TL Kredi- Nakdi - Ocak 2011		13.729,30	8.808,04	8.751,81	5.620,94	156.87
	<i>TL Nakdi_Spot_Rotatif</i>	7,46	4,78	0,00	0,00	0,00

	<i>Taksitli TL Krediler</i>	10.874,74	6.983,47	8.281,87	5.319,12	131.31
	<i>Tarım &amp; Üretici</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Hisse Senedi TL</i>	2.641,15	1.687,52	89,94	57,76	2936.57
	<i>KMH</i>	205,95	132,28	380,00	244,06	54.20
TL Kredi- Nakdi - Şubat 2011		14.579,89	9.207,23	9.023,91	5.700,51	161.57
	<i>TL Nakdi_Spot_Rotatif</i>	4,30	2,71	0,00	0,00	0,00
	<i>Taksitli TL Krediler</i>	11.309,01	7.141,62	8.548,72	5.400,33	132.29
	<i>Tarım &amp; Üretici</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>Hisse Senedi TL</i>	3.073,38	1.940,89	89,94	56,82	3417.14
	<i>KMH</i>	193,21	122,00	385,25	243,37	50.15

## B-5 BHG Ürünü İçin Alternatiflerin Hedef Gerçekleşme Yüzdesi Değerleri

### 1. Alternatif

Ürünler	Fiili Getiri	Hedef Getiri	Getiri Gerçekleşme Oranı
<i>Bankacılık Hizmet Gelirleri - Aralık 2010</i>	6,59	12,00	55
<i>Bankacılık Hizmet Gelirleri - - Ocak 2011</i>	5,73	13,65	41.98
<i>Bankacılık Hizmet Gelirleri - - Şubat 2011</i>	4,64	13,94	33.28



## 2. Alternatif

<b>Ürünler</b>	<b>Fiili Getiri</b>	<b>Hedef Getiri</b>	<b>Getiri Gerçekleşme Oranı</b>
<i>Bankacılık Hizmet Gelirleri - Aralık 2010</i>	8,62	12,00	71.83
<i>Bankacılık Hizmet Gelirleri - - Ocak 2011</i>	7,08	13,65	51.87
<i>Bankacılık Hizmet Gelirleri - - Şubat 2011</i>	9,97	13,94	71.52

## ÖZGEÇMİŞ

---

### KİŞİSEL BİLGİLER

**Adı Soyadı** : Gözde ÖZCAN  
**Doğum Tarihi ve Yeri** : 01.09.1986 – Bolu  
**Yabancı Dili** : İngilizce  
**E-posta** : [gozde.ozcn@gmail.com](mailto:gozde.ozcn@gmail.com)

### ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lisans	Endüstri Mühendisliği	Yıldız Teknik Üniversitesi	2008
Lise	Fen Bilimleri	Bolu İzzet Baysal Anadolu Lisesi	2004

### İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
09.2008- Devam Ediyor	INTERTECH A.Ş.	İş Analisti
06.2007 – 09.2007	ARÇELİK A.Ş. (Pişirici Cihazlar İşletmesi)	Stajyer