

**BULANIK AKSİYOMATİK TASARIM YÖNTEMİNİN
PERSONEL SEÇİM PROBLEMİNE UYGULANMASI**

Erdem AKSAKAL

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

HAZİRAN 2009

ANKARA

Erdem AKSAKAL tarafından hazırlanan BULANIK AKSİYOMATİK TASARIM YÖNTEMİNİN PERSONEL SEÇİM PROBLEMİNE UYGULANMASI adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. Metin DAĞDEVİREN

Tez Danışmanı, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Ergün ERASLAN

Endüstri Mühendisliği A.B.D., Başkent Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Metin DAĞDEVİREN

Endüstri Mühendisliği A.B.D., Gazi Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. İzzettin TEMİZ

Endüstri Mühendisliği A.B.D., Gazi Üniversitesi

Tarih: 18/06/2009

Bu tez ile G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Nail ÜNSAL

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Erdem AKSAKAL

BULANIK AKSİYOMATİK TASARIM YÖNTEMİNİN PERSONEL SEÇİM PROBLEMİNE UYGULANMASI

(Yüksek Lisans Tezi)

Erdem AKSAKAL

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Haziran 2009

ÖZET

Bu çalışmada, uluslararası bir firmanın Türkiye şubesi için üst düzey yönetici seçimi, personel seçimi problemi olarak ele alınmış ve problemin çözümü için Analitik Ağ Süreci (AAS, ANP) ve Aksiyomatik Tasarım (AT, Axiomatic Design) yaklaşımı önerilmiştir. Çok ölçütlü karar verme (ÇÖKV) yöntemlerinden biri olan AT, karar verme sürecinde nitel ve nicel kriterlerin dikkate alınması gereken problemlerin çözümünde kullanılan yöntemlerden birisidir. Çalışmada AAS ile seçim yapıldıktan sonra, AT'nin Bilgi aksiyomuna dayanarak karar verici açısından önemli kriterler temelinde tasarlanan personel seçim modeli ile alternatif adaylar arasından minimum bilgi içeriğine sahip olan adayın seçimine yönelik uygulama yapılmıştır. Personel seçim sürecini etkileyen kriterlerin bazıları sayısal verilerle ifade edilemeyen değerlendirmeler için üçgensel bulanık sayılar kullanılmıştır. Kriterlerin kendi aralarında önceliklerinin olduğu durum ve üçgensel bulanık sayılarla bulunan sonuçların değerlendirilmesinde Ağırlıklı Bulanık AT kullanılmış ve her üç yöntemin sonuçları karşılaştırılmıştır.

Bilim Kodu :906.2.062
Anahtar Kelimeler :Personel Seçimi, çok kriterli analiz, bulanık aksiyomatik tasarım, bilgi aksiyomu, AHP, ANP, DEMATEL
Sayfa Adedi :100
Tez Yöneticisi : Yrd. Doç. Dr. Metin DAĞDEVİREN

**APPLICATION OF FUZZY AXIOMATIC DESIGN METHOD FOR
PERSONNEL SELECTION PROBLEM**

(M.Sc.Thesis)

Erdem AKSAKAL

GAZI UNIVERSITY

INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

June 2009

ABSTRACT

In this study, for an international firm that has an office in Türkiye, top level manager selection is discussed as personnel selection problem and Analytic Network Process (ANP), Axiomatic Design (AD) methods are proposed for the solution of the problem. One of the multi attribute decision methods (MADM), AD, that can be used in decision process and for the solution of the problems which both qualitative and quantitative factors needs to be considered at the decision process. In the study, after having the application of ANP to the selection process, an application of selecting the personnel which has the minimum information content among the alternative candidates by a personnel selection model which is designed based on the important criteria for decision maker has done based on the information axiom of AD. Because of all the factors that affect personnel selection process can not be denoted by numerical values, the evaluation of the candidates has been done by using triangular fuzzy numbers and fuzzy AD has been used for the evaluation. Weighted AD has been used by regarding that factors have precedence with respect to each other and results of three methods have been compared.

Science Code : 906. 2.062
Keywords : Personnel selection, multi-attribute analysis, fuzzy axiomatic design, information axiom, analytic hierarchy process, analytic network process, the decision making trial and evaluation Laboratory
Page Number : 100
Adviser : Assist. Prof. Dr. Metin DAĞDEVİREN

TEŞEKKÜR

Çalıőmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Metin DAĞDEVİREN'e, her türlü konuda yardımcı olan mesai arkadaşım Arş. Gör. Emre ÇALIŐKAN'a ayrıca tez çalışmam kapsamında desteğini esirgemeyen arkadaşım Bedriye SAKALLI'ya, manevi desteklerinden dolayı aileme ve tüm dostlarıma sonsuz teşekkürü bir borç bilirim

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	xii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR	xvii
1. GİRİŞ	1
2. PERSONEL SEÇİMİ.....	4
2.1. Personel Seçimi.....	4
2.2 Personel Seçimi Problemi	5
3. YÖNTEMLER.....	9
3.1. Analitik Hiyerarşi Süreci.....	9
3.1.1. Problemin tanımlanması ve modelin kurulması	9
3.1.2. İkili karşılaştırma matrislerinin düzenlenmesi.....	11
3.1.3. Önceliklerin hesaplanması	13
3.1.4. En iyi alternatifin seçilmesi	13
3.1.5. AHS’de tutarlılık hesabı	14
3.2. Analitik Ağ Süreci.....	15
3.2.1. Problemin tanımlanması ve modelin kurulması	17
3.2.2. İkili karşılaştırma matrisleri ve öncelik vektörleri.....	18
3.2.3. Süpermatrisin düzenlenmesi	19

	Sayfa
3.2.4. En iyi alternatifin seçilmesi	22
3.2.5. Kontrol hiyerarşisi	22
3.3. DEMATEL Metodu	25
3.4. Aksiyomatik Tasarım ve Prensipleri.....	29
3.5. Bulanık Aksiyomatik Tasarım	35
3.6. Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım.....	36
4. UYGULAMA.....	37
4.1. Kriterlerin Belirlenmesi	39
4.2. Kriterlerin Ağırlıklandırılması	41
4.3. Kriterlerin İlişkilerinin Belirlenmesi.....	41
4.4. Kriterlerin Bağımlı Ağırlıklarının Belirlenmesi	46
4.5. Analitik Ağ Süreci (ANP) ile Personel Seçimi	46
4.5. Bulanık Aksiyomatik Tasarım (AT) ile Personel Seçimi	51
4.5.1. Adayların fonksiyonel ihtiyaçlara (kriter) göre bilgi içeriklerinin hesaplanması	53
4.5.2. Birinci aday için toplam bilgi içeriğinin hesaplanması.....	70
4.5.3. İkinci aday için toplam bilgi içeriğinin hesaplanması	71
4.5.4. Üçüncü aday için toplam bilgi içeriğinin hesaplanması	72
4.5.5. Dördüncü aday için toplam bilgi içeriğinin hesaplanması.....	73
4.5.6. Beşinci aday için toplam bilgi içeriğinin hesaplanması.....	73
4.5.7. Altıncı aday için toplam bilgi içeriğinin hesaplanması.....	74
4.6. Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım ile Personel Seçimi.....	75

	Sayfa
4.7. Analitik Ağ Süreci, Bulanık Aksiyomatik Tasarım ve Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım Yaklaşımları İle Elde Edilen Sonuçların Karşılaştırılması	88
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	90
KAYNAKLAR.....	94
ÖZGEÇMİŞ	100

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3. 1. İkili karşılaştırmada kullanılan 1-9 önem skalası	12
Çizelge 3. 2. DEMATEL metodu karşılaştırma skalası.....	27
Çizelge 4. 1. Kriterler için ikili karşılaştırma matrisi ve ağırlık değerleri	41
Çizelge 4. 2. İkili karşılaştırma skalası kullanılarak bulunan direkt-ilişki matrisi	42
Çizelge 4. 3. Normalleştirilmiş direkt-ilişki matrisi	42
Çizelge 4. 4. Toplam ilişki matrisi	43
Çizelge 4. 5. D+R ve D-R değerleri.....	43
Çizelge 4. 6. Kriter ağırlıkları matrisi	45
Çizelge 4. 7. Kriterlerin bağımlı ağırlık değerleri.....	46
Çizelge 4. 8. Birinci aday kriterler arası ikili karşılaştırma matrisi	47
Çizelge 4. 9. İkinci aday kriterler arası ikili karşılaştırma matrisi	47
Çizelge 4. 10. Üçüncü aday kriterler arası ikili karşılaştırma matrisi.....	48
Çizelge 4. 11. Dördüncü aday kriterler arası ikili karşılaştırma matrisi	48
Çizelge 4. 12. Beşinci aday kriterler arası ikili karşılaştırma matrisi	49
Çizelge 4. 13. Altıncı aday kriterler arası ikili karşılaştırma matrisi	49
Çizelge 4. 14. Adayların kriterler bazında ağırlık değerleri.....	50
Çizelge 4. 15. AAS yöntemi personel seçimi problemi çözüm matrisi	50
Çizelge 4. 16. İşletmenin belirlediği tasarım aralığı ve adayların sistem aralık verileri	52
Çizelge 4. 17. Adayların minimum bilgi içerikleri	75
Çizelge 4. 18. Fonksiyonel ihtiyaçlar için AAS ile hesaplanan ağırlık değerleri	76

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4. 19. Birinci aday için Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım ile elde edilen sonuçlar.....	76
Çizelge 4. 20. İkinci aday için Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım ile elde edilen sonuçlar.....	78
Çizelge 4. 21. Üçüncü aday için Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım ile elde edilen sonuçlar.....	80
Çizelge 4. 22. Dördüncü aday için Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım ile elde edilen sonuçlar.....	82
Çizelge 4. 23. Beşinci aday için Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım ile elde edilen sonuçlar.....	84
Çizelge 4. 24. Altıncı aday için Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım ile elde edilen sonuçlar.....	85
Çizelge 4. 25. Analitik ağ süreci, Bulanık aksiyomatik tasarım ve ağırlıklı bulanık aksiyomatik tasarım ile elde edilen sonuçların karşılaştırılması	89

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3. 1. Tam ve tam olmayan hiyerarşi modeli (a) tam hiyerarşi	10
Şekil 3. 2. Üç seviyeli bir hiyerarşide öncelikler	14
Şekil 3. 3. Bir ağ ile bir hiyerarşi arasındaki yapısal fark (a) hiyerarşi (b) ağ	16
Şekil 3. 4. (a) Suparchy, (b) Intarchy, (c) Sinarchy, (d) Hiernet.....	18
Şekil 3. 5. Geri beslemeli ağ modeli	20
Şekil 3. 6. Hiyerarşi ve ağ (a) Hiyerarşi (b) ağ	21
Şekil 3. 7. Örnek bir kontrol hiyerarşisi.....	23
Şekil 3. 8. Kontrol hiyerarşisinde bağlantı ve neden olma kriterleri	24
Şekil 3. 9. Hiyerarşik yapı ve süpermatrisi	25
Şekil 3. 10. Holarşik yapı ve süpermatrisi	25
Şekil 3. 11. DEMATEL Metodu Adımları.....	26
Şekil 3. 12. Tasarım aralığı, sistem aralığı, ortak aralık ve $F\bar{I}$ 'nin sistem olasılık dağılım fonksiyonu.....	31
Şekil 3. 13. Tasarım aralığı, sistem aralığı, ortak aralık ve $F\bar{I}$ 'nin olasılık yoğunluk fonksiyonu.....	33
Şekil 3. 14. Fiziksel olmayan faktörler için sayısal gösterim	35
Şekil 3. 15. Sistem ve tasarım aralıklarının ortak alanı.....	36
Şekil 4. 1. Seçim sürecinin modeli.....	38
Şekil 4. 2. Personel Seçim modelinin hiyerarşisi.....	40
Şekil 4. 3. Etki-yönlü graf diyagramı.....	44
Şekil 4. 4. Kriterler arası ilişki	45
Şekil 4. 5. Sayısal olmayan kriterler için üçgensel bulanık sayılar.....	51

Şekil	Sayfa
Şekil 4. 6. Birinci adayın Tecrübe kriteri için sistem tasarım ve ortak aralıkları	53
Şekil 4. 7. İkinci adayın Tecrübe kriteri için sistem tasarım ve ortak aralıkları	54
Şekil 4. 8. Üçüncü adayın Tecrübe kriteri için sistem tasarım ve ortak aralıkları	54
Şekil 4. 9. Dördüncü adayın Tecrübe kriteri için sistem tasarım ve ortak aralıkları..	54
Şekil 4. 10. Beşinci adayın Tecrübe kriteri için sistem tasarım ve ortak aralıkları....	55
Şekil 4. 11. Altıncı adayın Tecrübe kriteri için sistem tasarım ve ortak aralıkları	55
Şekil 4. 12. Birinci adayın Yabancı Dil kriteri için sistem tasarım ve ortak aralıkları	56
Şekil 4. 13. İkinci adayın Yabancı Dil kriteri için sistem tasarım ve ortak aralıkları	56
Şekil 4. 14. Üçüncü adayın Yabancı Dil kriteri için sistem tasarım ve ortak aralıkları	57
Şekil 4. 15. Dördüncü adayın Yabancı Dil kriteri için sistem tasarım ve ortak aralıkları	57
Şekil 4. 16. Beşinci adayın Yabancı Dil kriteri için sistem tasarım ve ortak aralıkları	57
Şekil 4. 17. Altıncı adayın Yabancı Dil kriteri için sistem tasarım ve ortak aralıkları	58
Şekil 4. 18. Tüm adayların yazılı ve sözlü iletişim kriteri için sistem, tasarım ve ortak aralıkları	59
Şekil 4. 19. Tüm adayların bilgisayar bilgisi kriteri için sistem, tasarım ve ortak aralıkları	61
Şekil 4. 20. Tüm adayların takım oyunculuğu kriteri için sistem, tasarım ve ortak aralıkları	63
Şekil 4. 21. Tüm adayların stratejik düşünme kriteri için sistem, tasarım ve ortak aralıkları	65
Şekil 4. 22. Tüm adayların değişik birimlerde çalışma kriteri için sistem, tasarım ve ortak aralıkları	67

Şekil	Sayfa
Şekil 4. 23. Tüm adayların referans kriteri için sistem, tasarım ve ortak aralıkları	69
Şekil 4. 24. Birinci aday için toplam bilgi içeriği hiyerarşisi.....	71
Şekil 4. 25. İkinci aday için toplam bilgi içeriği hiyerarşisi	72
Şekil 4. 26. Üçüncü aday için toplam bilgi içeriği hiyerarşisi	72
Şekil 4. 27. Dördüncü aday için toplam bilgi içeriği hiyerarşisi.....	73
Şekil 4. 28. Beşinci aday için toplam bilgi içeriği hiyerarşisi.....	74
Şekil 4. 29. Altıncı aday için toplam bilgi içeriği hiyerarşisi.....	74

SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simge	Açıklama
A	Direk ilişki matrisi
A_i	i. aday
A_{cr}	Ortak aralığın altındaki alan
A_{sr}	Sistem aralığının altındaki alan
$(A_{cr})_{Enyüksekseviye} FR_i$	En yüksek seviyedeki Fi'ler ile ilişkili ortak aralığın alanı
$(A_c)_{yaprak}$	Alt birimlere ayrılamayan her Fİ (yaprak) ile ilişkili ortak alan
c_r	Ortak aralık
d_r	Tasarım aralığı
d_{rl}	Tasarım aralığının en düşük sınırı
d_{ru}	Tasarım aralığının en yüksek sınırı
D	S matrisindeki satırlar toplamı
FI_i	i. kriter (fonksiyonel ihtiyaç)
I_i	i. adayın bilgi içeriği
I_{ij}	i. adayın j.kriter bilgi içeriği
$I_{enüstüzey} F_{ij}$	En üst düzeydeki j. fonksiyonel ihtiyaç için bilgi içeriği
I_{sistem}	Sistemin toplam bilgi içeriği
I_{iwj}	i. aday için j. Kriter ağırlıklı bilgi içeriği
i	Alternatif adaylar
j	Personel seçim modelindeki kriterler
M	Normalleştirilmiş direkt-ilişki matrisi
P	Fonksiyonel ihtiyacı (Fİ) gerçekleştirme olasılığı
p_{ij}	i.adayın j. fonksiyonel ihtiyacını gerçekleştirme olasılığı

Simge	Açıklama
$p_s(FI_i)$	Her FI_i için sistem olasılık yoğunluk fonksiyonu
P_{yaprak}	Alt birimlere ayrılamayan her FI'nin gerçekleştirilme olasılığı
R	S matrisindeki sütunlar toplamı
S	Toplam ilişki matrisi
s_r	Sistem aralığı
w_j	j kriterinin ağırlık değeri

Kısaltmalar	Açıklamalar
AAS	Analitik ağ süreci
AHS	Analitik hiyerarşi süreci
AT	Aksiyomatik tasarım
BAT	Bulanık aksiyomatik tasarım
ÇÖKV	Çok ölçütlü karar verme
DEMATEL	Karar verme ve deneme laboratuvarı
FI	Fonksiyonel ihtiyaç
İKY	İnsan kaynakları yönetimi
TP	Tasarım parametresi

1. GİRİŞ

Değişim, günümüz dünyasında toplumun her kesiminden insanın karşı karşıya kaldığı, etkilendiği ve ayak uydurmak zorunda kaldığı bir olgu olarak hayatımıza yerleşmiştir. Tüm insanların karşı karşıya kaldıkları değişimin iş hayatındaki yansımaları küreselleşen dünya ekseninde daha fazla farklılık ve çeşitlilik göstermekte, bu durum ülkeler ve işletmeler düzeyinde yoğun rekabet ortamlarının oluşmasına neden olmaktadır. Değişimin ve rekabetin ortak paydada buluşmasını sağlayan ise “insan” faktörüdür.

Günümüz dünyasında küreselleşen rekabet ortamında işletmelerin kendilerine yer bulmalarını sağlayacak kalite, hız, hizmet, yenilik, çeşitlilik, maliyet vb. gibi çeşitli faktörler bulunmaktadır. Bu faktörlerin etkinliğini sağlama süreci, işletmenin fiziksel kaynakları ve insan kaynaklarına yapılan yatırımların verimli kullanılması ile doğru orantılıdır. Bilginin, teknolojinin, haberleşmenin hızla yaygınlaştığı ve ulaşılabilir olduğu günümüz dünyasında işletmelerin kullandığı teknolojiler kısa zaman içerisinde diğer işletmeler tarafından da kullanılabilir hale gelmektedir. Bu nedenle değişimi ve rekabeti yaratacak yegâne faktör insan olmuştur. İnsan, doğası gereği düşünen, düşüncelerini üretim, değişim ve gelişim oluşturmak için kullanan varlık olması sebebiyle kendine yapılan yatırımı kısa zamanda özümseyip, gerekli şekilde kullanma özelliğine sahiptir.

İnsana yapılacak her türlü yatırım, yatırımın yapıldığı alan ve onunda etkili olacağı diğer alanlar göz önünde bulundurulduğunda, kişinin çalıştığı işletmeye, ülkesine ve çevresine de kazanım olarak geri dönecektir. Çünkü insana yapılan yatırım kalıcı olan yatırımdır. İnsana yapılacak yatırımın üzerine her konan bilgi, birikim yatırımı ve yatırım sonucunda sağlanacak yarar düzeyini yukarıya taşımaktadır. Örneğin, bir işletmede çalışana yapılacak olan yatırım; iş memnuniyetinin sağlanması, verimliliğin artırılması, başarıya ve başarılı olma duygusunun sağlanabilmesi açısından işletmeye her açıdan kazanım olarak geri dönmektedir.

Küreselleşen rekabetin gölgesindeki günümüz iş dünyasında insana yapılacak yatırım ve iş gücünü verimli ve doğru kullanma konularında devreye İnsan Kaynakları kavramı girmektedir. İnsan kaynakları; planlama, uygulama, yönlendirme ve denetleme faaliyetlerini kapsayan, uygulandığı şirkette rekabet ortamı oluşturacak şekilde insan kaynağının sağlanmasını, istihdam edilmesini ve adapte edilerek geliştirilmesini sağlayan bir disiplindir. İnsan Kaynakları Yönetimi (İKY) ise işletmenin amaçlarına ulaşabilmesi için, tüm insan kaynaklarının doğru, etkin ve verimli şekilde kullanılmasını sağlayan yönetim biçimidir. Bir başka açıdan İnsan Kaynakları Yönetimi, işletme ve yönetimde “insan” boyutunu ele alan disiplin olarak da tanımlanabilir.

İnsan Kaynakları ve İKY kavramlarının en önemli ve belirleyici süreci ise personel seçim sürecidir. Personel seçimi, işletmenin ihtiyacının olduğu alanlar için görev tanımına uygun olarak çalışabilecek, nitelikli işgücüne sahip, yetkinliklerini işletme için verimli ve doğru şekilde kullanabilecek insan kaynağını belirleyebilme sürecini kapsar. Aslında personel seçim süreci bir karar verme sürecidir.

Bu tez kapsamında karar verme süreci olarak nitelendirdiğimiz personel seçimi süreci probleminde, nitel ve nicel faktörlerin birlikte değerlendirilebilmesini sağlayan çok kriterli karar verme aracı olan Aksiyomatik Tasarım’ın (AT) ikinci aksiyomu olan Bulanık Bilgi Aksiyomu yaklaşımı kullanılmıştır. Bulanık Bilgi Aksiyomu yaklaşımı bulanık ve kesin verilerle değerlendirilebildiği için diğer çok ölçütlü karar verme yöntemlerine göre daha avantajlıdır.

Karar verici işletme açısından alternatif adaylar arasından minimum bilgi içeriğine sahip olan adayın seçimine yönelik uygulama yapılmıştır. Kriterler için belirlenmiş aralıkların sayısal ve dilsel değişkenlerle belirtildiği durumlar göz önünde bulundurulmuştur. Uluslararası bir işletmenin Türkiye şubesinde görev yapacak üst düzey yönetici pozisyonu için alternatif adaylar arasından en az bilgi içeriğine sahip olan adayın seçilmesi amaçlanmıştır.

Tezin birinci bölümünde, çalışmanın amacı, kapsamı ve yöntem konusunda bilgi verilmiştir.

İkinci bölümde; personel seçimi, personel seçiminin önemi, personel seçimi problemi, personel seçimi sürecinin aşamaları hakkında bilgi verilmiş ve bu konuda detaylı literatür araştırması yapılarak, literatürde kullanılan personel seçimi kriterleri ve yöntemleri hakkında bilgi verilmiştir.

Üçüncü bölümde; tez kapsamında kullanılacak çok kriterli karar verme yöntemleri hakkında bilgi verilerek literatürde bu konu ile ilgili yapılmış çalışmalar sunulmuştur.

Dördüncü bölümde; Aksiyomatik Tasarım'ın ikinci aksiyomu olan Bulanık Bilgi Aksiyomu kullanılarak kurulan modelin uluslararası bir firmada üst düzey yönetici seçimi için uygulaması yer almaktadır. Öncelikle çok ölçütlü karar verme aracı olan ANP ile problem çözümü yapılmış, sonra personel seçimini etkileyen kriterler ve bunların alt birimleri belirlenerek seçim yapısı oluşturulmuş ve kriterlerin eşit öneme sahip oldukları duruma yönelik yöntem uygulanmıştır. Daha sonra kriterlerin önem derecelerinin eşit olmadığı durum göz önüne alınarak çok ölçütlü karar verme süreçlerinde kriter ağırlıklarının bulunmasında DEMATEL ve AAS yöntemleri beraber kullanılarak kriter öncelikleri bulunmuş, bulunan bu öncelik değerleri Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım yaklaşımında kullanılmış ve elde edilen sonuçların karşılaştırılması yapılmıştır.

Son bölümde, tez genel olarak değerlendirilmiş, çözüm sonuçları yorumlanarak gelecek çalışmalara yönelik öneriler sunulmuştur.

2. PERSONEL SEÇİMİ

2.1. Personel Seçimi

Personel Seçimini içinde barındıran İnsan Kaynakları Yönetimi kavramı 1980'lerden sonra ortaya çıkmıştır. İKY, bir işletmede insan kaynağının, işletmeye olan katkısını arttıracak şekilde, sosyal ve etik ilkelere uyularak yönetilmesi olarak tanımlanmıştır [1]. Ortaya çıkan İKY kavramı o zamana kadar personel yönetimi olarak bilinen işletme fonksiyonlarında köklü bir değişime gidilmesine sebep olmuştur. İnsan Kaynakları kavramı iş hayatına girmeden önce iş odaklı ve statik yapıda düşünülen yönetim anlayışında insan canlı makine olarak değerlendirilmiş ve bir maliyet unsuru olarak görülmüştür. Yeni yönetim anlayışında ise, insan odaklı dinamik bir yapıya dönüşmüştür [2].

Personel seçimi, işletmenin ihtiyaç duyduğu ya da duyacağı personeli nitelik ve nicelik olarak belirlemesinden sonraki aşamadır [3]. İşletmelerde personel seçimi ise boş bulunan bir kadroya başvuruda bulunan adaylar arasında söz konusu işin gereklerini en iyi şekilde karşılayabilecek olanı belirleme işlemidir [4]. İhtiyaç duyulan personelin temin edilmesinde hangi kaynakların kullanılacağı işletme politikası temelinde belirlenir.

Personel seçim sürecini işletme ve personel açısından ayrı ayrı incelemek gerekmektedir. İşletme açısından bakıldığında seçilmiş veya seçilecek personelin işe uygunluğu dikkate alınmadığı takdirde verimlilikte düşüş, zaman kaybı, maliyet artışı, iş kazalarında artış, vaktinde bitirilemeyen işler gibi istenmeyen durumlar ortaya çıkacaktır. Bu durumda yeniden personel seçme süreci yaşanacak, oluşacak zaman kaybı ve artacak maliyet işletmeye negatif etkide bulunacaktır.

Seçim sürecinin personel tarafındaki duruma bakacak olursak uygun olmadığı bir işe başvuruda bulunan ya da faydalı olamayacağı bir bölümde çalışan personelin işletmeye yapacağı katkı çok alt düzeyde olacaktır. Bu da işletmeye maliyet, işlerin aksaması, verimlilikte düşüş gibi olumsuzlar olarak yansıyacaktır.

Seçim süreci işletmeler için oldukça zahmetli ve bir o kadar maliyetli bir süreçtir. Personelin işleme alınması zor bir süreç olsa da personelin işletmeden uzaklaştırılması süreci çok daha zordur. Bu yüzden işletmeler kendi politikaları doğrultusunda personel seçme sistemlerini kurmalı, personel seçme sistemine gereken özeni göstermelidir. Uygun işe uygun personelin seçilmesine yardımcı olacak bu seçim sürecini etkin ve düzgün işleyecek şekilde oluşturmalı ve uygulamalıdır [5].

İşe alma sürecinde en büyük sıkıntıyı yaratan unsur belirsiz ve kesin olmayan bilgilerin varlığıdır. İşletme kendi politikalarını göz önünde bulundurarak personel seçim sürecinde ihtiyaç duyduğu personelin seçimi için gerekli olan kriterler doğrultusunda değerlendirme yapma ihtiyacı duyar. Bu değerlendirmeler belirsiz ve kesin olmayan bilgilerin varlığını azaltmak ve personel seçimi gibi belirgin olmayan bilgiler içeren ve günlük hayatta sıkça karşılaşılabilecek problemlerin çözümünü sağlamak için kullanılmaktadır [6].

Seçim sürecinin üç unsuru vardır [7]. İşletmenin seçim felsefesi, adaylar hakkında bilgi toplamak için kullanılan teknik ve araçlar ile seçim kararının kendisidir [8]. Etkili bir seçim sürecinin hedefleri ise; doğruluk, adalet ve ortak düşüncedir. Doğruluk, uygun insanı işe almaktır. Adalet ise adil olma ve bütün adaylara karşı tutarlı olmaktır. Ortak düşünceden kasıt ise, hem personel seçimi yapanların hem de adayların seçim sürecinin değerine inanmış olmalarıdır. Eğer bu hedeflerden herhangi biri gerçekleşmezse işletme en iyi adayı işe alma da daha az başarılı olacaktır [9].

2.2 Personel Seçimi Problemi

Bir işletmenin sahip olduğu üretim ve hizmet faktörlerini yönlendiren ve işletmenin başarılı ya da başarısız olmasında belirleyici rol oynayan en önemli öge insan faktörüdür. Günümüzde işletmelerin gücünü belirleyen, rekabet ortamında ayakta kalmalarını sağlayan ve en önemlisi farklı olmalarını sağlayan yegâne unsur sahip oldukları nitelikli insan gücüdür. Bu nedenle, işletmeler politikaları doğrultusunda

amaçlarına katkıda bulunacak, işletmeyi başarıya taşıyacak düzey, yetenek ve uygunlukta bulunan insan gücünü istihdam etmeye çalışmaktadırlar [10]. Personel seçimi İKY bünyesinde işletmeye dâhil olacak personelin kalitesini tanımlamada belirli bir rol oynamaktadır [11]. Borman ve ark. [12] ve Robertson ve Smith [13] personel seçimi problemlerini gözden geçirmiş; organizasyon değişiklikleri, iş değişiklikleri, personel değişiklikleri, toplumsal değişim, yasaların değişimi ve pazar değişiklikleri gibi önemli konuların personel seçimini etkilemekte olduğunu belirlemişlerdir [14]. Seçim süreci adaylar hakkında geçerli ve güvenilir bilgi sağlamalıdır. Bu süreçte kullanılan bazı geleneksel teknikler; başvuru formu doldurma, ilk mülakat, işe alımda adaylara uygulanan testler ve geçmiş araştırmasıdır [13,15]. İşletmenin gerçek gereksinmesini karşılayacak personelin seçimi ise objektif ilkeler ve yöntemler temelinde yapılacak seçim kararları ile mümkündür [16-20].

Literatürde, personel seçimi için kullanılan ilk teknikler; testler, yazılı ve sözlü sınavlardır [16-21]. Personel adaylarının test, yazılı ve sözlü sınavlar ile değerlendirilmesi, işletmenin gereksinim duyduğu personelin temin edilmesinde belirleyici olmakla birlikte tek başına yeterli değildir. Personel seçiminde öncelikle, ölçme ve değerlendirmeye temel olacak kriterler ve bu kriterlerin ağırlıklarının belirlenmiş olması gerekir. Çünkü her kriterin personel ölçme ve değerlendirilmesinde farklı önemi ya da ağırlığı bulunmaktadır. Dolayısıyla, belirli kriter ve ağırlıkları temel almamış olan yöntemler ölçme ve değerlendirme sürecinde öznelliğe ve buna bağlı olarak yanlış kararların alınmasına neden olmaktadır.

Personel seçimindeki en önemli olgu olan seçimin tarafsız şekilde yapılması personel seçimi probleminin temelini oluşturmaktadır. Seçiminin objektif bir şekilde yapılabilmesi için çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Gargano ve ark. [22] genetik algoritma ve yapay sinir ağı yöntemlerini birleştiren bir personel seçimi uygulaması yapmışlardır. Bu çalışmada temel alınan kriterler; kişilik, sosyal sorumluluk, eğitim, ekonomik bilgi, finansal bilgi ve deneyim olarak belirlenmiştir. Miller ve Feinzig [23] ise personel seçimi problemi için bulanık küme teorisini önermişlerdir. Liang ve Wang'da [24] personel seçimi probleminin çözümünde bulanık küme teorisi kullanan

bir algoritma geliřtirmişlerdir. Geliřtirilen algoritmada kiřilik, liderlik, deneyim gibi sűbjektif kriterler ile genel yetenek, iř bilgisi, analitik dűřűnebilme becerisi gibi objektif kriterler kullanılmıştır.

Hooper ve arkadaşları [25], personel seęimi için BOARDEX olarak adlandırılan bir uzman sistem geliřtirmişler ve bu sistemi Amerikan ordusunda uygulamışlardır. Bu uzman sistemde; rűtbe, askeri eęitim seviyesi, sivil eęitim seviyesi, boy uzunluęu, kilo, sicil gibi faktűrler kullanılmıştır. Karsak [26-27], yaptıęı ęalıřmalarda personel seęimi sűrecini dilsel deęiřkenleri kullanarak bulanık ęok amaęlı programlama ile modellemiş ve bu ęalıřmalara iki ayrı uygulama yapmıřtır. Modelde, űyelik fonksiyonları aracılıęıyla nitel ve nicel faktűrleri bir arada deęerlendirmiřtir. Capaldo ve Zollo [28] űnemli İtalyan řirketlerindeki personel seęim sűrecinin etkinlięini artıracak bulanık bir model geliřtirmişlerdir.

Aguinis ve arkadaşları [29] sanal geręeklik teknolojisinin personel seğimine uygulanabilme olasılığını araştırmışlardır. Sanal geręeklik teknolojisinin personel seğimi sűrecinde kullanılmasının belirli tűrdeki iř bilgisi, yetenek, kaynak ve diğer aday niteliklerinin değerlendirilmesinde uygun olacağını űne sűrmüşlerdir. Dięer bir personel seğimi ęalıřması ise Butkiewicz [30] tarafından yapılmıştır. Bu ęalıřmada bulanık mantık seğim sűrecini tanımlamada kullanılmıştır. Butkiewicz bir iř için yapılacak personel seğiminde kullanılabilir iki metod űnermiřtir. Bunlar performans iğeriği ve talep karşılaması iğeriğidir.

Tűtűncű ve arkadaşları [31] iře alma sűrecinde ęalıřan anlayıřını belirlemeye ęalıřmışlardır. Seyahat acentelerinde ęalıřan personeli kapsayan bir saha ęalıřması yapmışlardır. ęalıřmada anketler dűzenlenmiş ve sonuęlar yorumlanmıřtır. Arařtırma sonucunda seyahat acentelerinde ęalıřacak adayların kiřisel űzellikleri iře alım sűrecinde firmaların en ęok űnem verdięi kriter olarak belirlenmiřtir. Soyuer ve Kocamaz [32] veri tabanında kayıtlı adaylar arasından aęık pozisyon için en iyi personeli seęmeyi saęlayan, skor modeli ve Analitik Hiyerarři Modelini ięeren yűnetim bilimi ve bilgi tabanlı karar destek sistemini birleřtiren bir model geliřtirmişlerdir.

Çelik ve arkadaşları [33], akademik personel işe alım süreci için çoklu kriter tabanlı bulanık çok aşamalı bir model önermişlerdir. Çalışmalarında hem belirli, hem de bulanık veriler için değerlendirme yapmışlardır.

Lievens ve arkadaşları [34], personel seçiminde iş gücü piyasası eksikliği, teknolojik gelişmeler, seçim süreçlerinde adayların algılamaları, düzenleme ve sürdürme yaklaşımı gibi çözülmesi gereken sorunlar saptamışlardır. Bilgi teknolojilerindeki gelişmelerde personel seçimini İKY tabanında etkilemiştir [35,36,37].

Hough ve Oswald [38] 1995-1999 yılları arasındaki personel seçimi problemlerini incelemişler, içerik ve davranış analizlerinin değiştiğini, bundan dolayı personel seçimi çalışmalarının etkilendiği sonucuna varmışlardır.

Literatürde yer alan bir diğer personel seçim yöntemi çok kriterli analizlerdir [39-44]. Bu yöntemler özellikle büyük karmaşık problemlerde çok sayıda faktörün bir arada değerlendirilmesinde etkin bir şekilde kullanılmıştır. Günümüz iş hayatında iş tanımlarının çeşitlenmesi, işe alınacak personelden istenen niteliklerin artması, işe alım sürecini müteakip çalışan personele yapılacak yatırımın belirlenmesi gibi faktörler personel seçim sürecini karmaşık hale getirmişlerdir. Karmaşık hale gelen/getirilen bu yapı aslında geleceğine yatırım yapan ve globalleşen pazarda isim sahibi olmak veya var olduğu pozisyonu daha güçlü hale getirmek isteyen işletmeler için büyük bir fırsattır. Bu fırsatın değerlendirilmesinde çok kriterli analizlerin kullanımı sürecin hem kısalmasına hem de daha sağlıklı sonuç alınmasına yardımcı olur. Bunun sonucu olarak işletme maliyetlerin düşmesi, verimliliğin artması, firmanın verdiği hizmet süresinin kısılması gibi kazanımlarda elde etmiş olur.

3. YÖNTEMLER

Bu çalışmada personel seçim sürecinde karar vericilere farklı alternatifler sunarak her yöntemin bir diğerinden farkını ortaya koymak esas alınmıştır. Karar vericinin belirleyeceği kriter ve ağırlıklara göre oluşacak alternatifler arasından en iyi sonucu verecek yöntemi belirlemek içinde aşağıdaki bölümde detaylı olarak anlatılacak yöntemler kullanılmıştır.

3.1. Analitik Hiyerarşi Süreci

Alternatifler arasından en iyi alternatifi seçmek ya da alternatifleri sıralamak için kullanılan en yaygın yol, kriterleri öncelik sırasına koymak ve bu kriterler açısından alternatiflere puanlar vererek her alternatif için toplanmış bir öncelik elde etmektir. Ancak kriter sayısının fazla olduğu durumlarda alternatifleri kriterler açısından öncelik sırasına koymak zor bir iştir. Bu zorluğun üstesinden gelebilmek için kullanılabilir yöntemlerden birisi Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yöntemidir.

AHS, 1977 yılında Thomas L. Saaty tarafından geliştirilen çok ölçütlü bir karar verme yöntemidir. AHS karar almada, grup veya bireyin önceliklerini de dikkate alan, nitel ve nicel değişkenleri bir arada değerlendiren matematiksel bir yöntemdir. AHS, problemin tanımlanması ve modelin kurulması, ikili karşılaştırma matrislerinin düzenlenmesi, önceliklerin hesaplanması ve en iyi alternatifin seçilmesi olmak üzere dört ana adımdan oluşmaktadır [45].

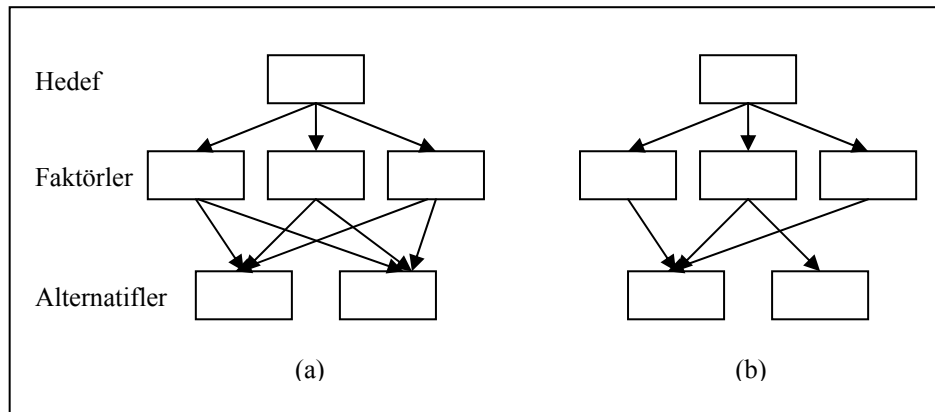
3.1.1. Problemin tanımlanması ve modelin kurulması

AHS'nin ilk adımı karar probleminin net bir şekilde tanımlanmasıdır. Karar verme probleminin yapısına bağlı olarak hedef, faktörler, alt faktörler ve alternatifler bu adımda belirlenir. Karar verme problemi seçme ve değerlendirme olmak üzere iki şekilde yapılandırılır. Seçme problemlerinde belirli hedef ve faktörlere bağlı olarak alternatifler arasından en iyi alternatifin seçilmesi, değerlendirme probleminde ise

belirli bir amaca bağlı olarak farklı faktör ve alt faktörleri öncelik sırasına koyma işlemi gerçekleştirilir.

Problemin yapısı ve bileşenleri tanımlandıktan sonra karar verme problemi; en üstte bir hedef, onun altında sırasıyla faktörler, alt faktörler ve en altta alternatifler olacak şekilde hiyerarşik bir şekilde modellenir. Hiyerarşide aynı türden öğelerden oluşan kümelere seviye adı verilir. Hiyerarşi oluşturulurken dikkat edilmesi gereken en önemli nokta öğeleri değil seviyeleri oluşturmaktır. Seviyeleri doğru sırayla belirlemek önemli ölçüde öğelerinde doğru seçilmesine olanak sağlar. Karar verme problemini hiyerarşik olarak modellemenin en önemli avantajı, üst düzeydeki öncelik değişiminin alt seviyelere olan etkisini görmeye imkân tanınmasıdır. Hiyerarşinin birinci seviye ile en alt seviye aralarındaki seviyeler vasıtasıyla birbirleri ile ilişkili olurlar. Genelde birinci seviye hariç diğer seviyelerde daha çok öğe vardır. Her bir seviyede bulunan öğelerin birbirinden bağımsız olması AHS yönteminin en önemli varsayımıdır [45].

AHS modeli “tam hiyerarşi modeli” ve “tam olmayan hiyerarşi modeli” olmak üzere iki şekilde yapılandırılır. Alt düzeydeki elementlerin üst düzeydeki tüm elementlerden etkilendikleri durumda tam hiyerarşi, tersi durumda ise tam olmayan hiyerarşi söz konudur [45,46]. Tam ve tam olmayan hiyerarşiye ilişkin örnek gösterimler Şekil 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3. 1. Tam ve tam olmayan hiyerarşi modeli [45,47] (a) tam hiyerarşi
(b) tam olmayan hiyerarşi

Modelleme aşamasında dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta aynı seviyede dokuzdan fazla faktör veya öğenin yer almamasıdır. Saaty [45,46], nesnelerin ikili karşılaştırmalar ile önceliklerinin elde edilmesinde makul bir tutarlılık sağlayabilmek için ele alınan elemanların sayısının dokuz ya da daha az olması gerektiğini matematiksel olarak göstermiştir. Literatürde Miller yasası olarak bilinen çalışmada bu durumu doğrular niteliktedir [45,48].

3.1.2. İkili karşılaştırma matrislerinin düzenlenmesi

İkili karşılaştırmalar AHS'nin en önemli aşamasıdır. İkili karşılaştırmalar, temelde psikoloji bilimindeki ölçekleme tekniğine dayanır. İkili karşılaştırma; ayırt etme süreci, kişinin algılaması, tanınması, ayırt etmesi ya da tepkide bulunması olarak tanımlanırken; ikili karşılaştırma matrisi, ortak bir özellik açısından karşılaştırılan faktörlerin görece önemlerini bir arada göstermek için kullanılan kare matris olarak tanımlanır [45,49].

İkili karşılaştırmalar, yapılan karşılaştırmanın niteliğine bağlı olarak dört şekilde yapılmaktadır; önem, tercih, olabilirlik ve mutlak karşılaştırma. Önem, tercih ve olabilirlik karşılaştırmaları görece birer karşılaştırmadır [45,50].

Önem karşılaştırması, hedef açısından ele alınan faktörlerin önem derecelerinin belirlendiği karşılaştırma türüdür. Hedef açısından faktörlerin ya da faktörler açısından alt faktörlerin önem dereceleri bu tür karşılaştırma ile belirlenir. Hedef açısından karşılaştırılan iki faktörden hangisinin ne derece önemli olduğu sorularak cevap alınır.

Tercih karşılaştırması, hedef açısından karşılaştırılan faktörlerin birbirlerine göre tercih edilebilirliklerinin belirlendiği karşılaştırma türüdür. Bir faktör açısından karşılaştırılan alternatiflerin tercih edilebilirlikleri bu tür karşılaştırma ile belirlenir. Faktör açısından karşılaştırılan iki alternatiften hangisinin ne derece daha tercih edilebilir olduğu sorularına cevap alınır.

Olabilirlik karşılaştırması, hedef açısından karşılaştırılan faktörler birer olay ya da senaryo ise kullanılan karşılaştırma türüdür. Olay ya da senaryoların gelecekte gerçekleşme olasılıkları bu tür karşılaştırma ile belirlenir. İki olay ya da senaryodan hangisinin ne derece gerçekleşebilir olduğu sorularak cevap alınır.

Mutlak karşılaştırma, hedef açısından karşılaştırılan faktörlerin kesin ölçümleri bilindiğinde bu tür karşılaştırma kullanılır. Karşılaştırılan iki faktör için ikili karşılaştırma değeri, ölçüm değerlerinin oranıdır [45].

AHS yönteminin sonuçları tamamen karar vericilerin yargılarına bağımlı olduğu için ikili karşılaştırmalar konularında uzman kişilerce yapılmalıdır. Uzman kişilerden elde edilen yargılar sayısal değerlere dönüştürülmekte ve bu sayısal değerler ile ikili karşılaştırma matrisleri düzenlenmektedir. AHS’de ikili karşılaştırma yargılarının sayısal değerlere dönüştürülmesi için Saaty tarafından önerilen 1-9 skalası kullanılmaktadır (Çizelge 3.1). Yapılan çalışma sonunda verilecek karar birçok kişiyi etkileyecek yapıda ise ikili karşılaştırma matrisleri farklı uzmanların yargılarının birleştirilmesi ile oluşturulur. Bu birleştirme işleminde, tutarlı ikili karşılaştırma matrisleri elde edebilmek için, geometrik ortalama yönteminin kullanılması önerilmektedir.

Çizelge 3. 1. İkili karşılaştırmada kullanılan 1-9 önem skalası [45,51].

Değer	Tanım	Açıklama
1	Eşit önemli	İki seçenekte eşit derecede öneme sahip
3	Orta derecede önemli	Tecrübe ve yargı bir kriteri diğerine karşı biraz üstün kılmakta
5	Kuvvetli derecede önemli	Tecrübe ve yargı bir kriteri diğerine karşı oldukça üstün kılmakta
7	Çok kuvvetli derecede önemli	Bir kriter diğerine göre üstün sayılmıştır
9	Kesin önemli	Bir kriterin diğerinden üstün olduğunu gösteren kanıt çok büyük güvenilirliğe sahiptir
2,4,6,8	Ara değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere iki ardışık yargı arasındaki değerler

3.1.3. Önceliklerin hesaplanması

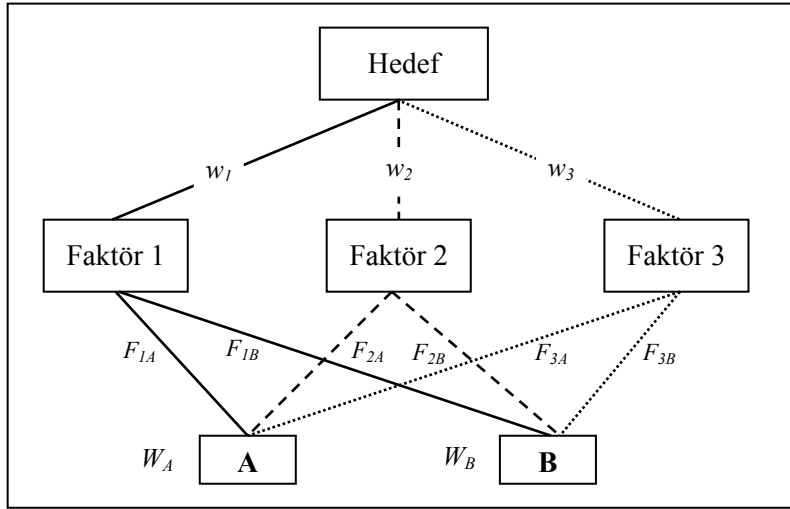
İkili karşılaştırma matrisleri düzenlendikten sonra izleyen aşama faktör ve alternatif önceliklerinin hesaplanmasıdır. İkili karşılaştırma matrislerinden önceliklerin hesaplanması için farklı yöntemler geliştirilmiştir. En küçük kareler ve logaritmik en küçük kareler bu tür yöntemlerdendir. Ancak Saaty'nin geliştirmiş olduğu özvektör yöntemi, yargıların tutarlılığının bir ölçüsünü vermesi açısından en geçerli yöntemdir [45,46,50].

Özvektör yöntemi karşılaştırılan faktörlere ilişkin göreceli önceliklerin belirlenmesiyle başlar. Göreceli öncelikler düzenlenen ikili karşılaştırma matrisindeki veriler kullanılarak belirlenir.

3.1.4. En iyi alternatifi seçilmesi

AHS'nin son aşaması faktörlere, alt faktörlere ve alternatiflere ilişkin belirlenen öncelikler kullanılarak alternatiflere ilişkin önceliklerin hesaplanması ve en iyi alternatifi seçilmesidir. Hiyerarşik yapıda etkileşim halinde olan her seviyedeki elemanların yerel önceliklerinin, en üst düzeyden, en alttaki seçeneklere kadar birbiriyle çarpılmasıyla bütünsel öncelikler hesaplanır. Alternatifler temelinde hesaplanan bütünsel önceliklerin toplanmasıyla her bir alternatifi genel öncelik değeri bulunur ve en yüksek önceliğe sahip olan alternatif karar problemi için en iyi alternatif olarak seçilir [45].

Belirli bir hedef için A ve B alternatiflerinden en uygun olanının faktör 1, faktör 2 ve faktör 3 açısından değerlendirileceği basit bir hiyerarşik model (Şekil 3.2) üzerinde önceliklerin birleştirilmesi ve alternatif önceliklerinin hesaplanması gösterilebilir.



Şekil 3. 2. Üç seviyeli bir hiyerarşide öncelikler [45,50].

Şekil 3.2’de w_1 , w_2 , w_3 hedef açısından faktör önceliklerini; F_{1A} , F_{1B} faktör 1 açısından, F_{2A} , F_{2B} faktör 2 açısından, F_{3A} , F_{3B} faktör 3 açısından alternatif önceliklerini; W_A ve W_B ise alternatif önceliklerini göstermektedir. Düz, kesikli ve noktali çizgilerle gösterilen etkilerin toplamı alternatif önceliklerini belirlemektedir.

Sonuçta, hesaplanan faktör öncelikleri temel alınarak en iyi alternatif belirlenir. En yüksek önceliğe sahip olan alternatif en iyi alternatiftir. Burada dikkat edilmesi gereken önemli bir konu karar probleminin yapısıdır. Eğer problem seçme gerektirmeyen bir faktör/alt faktör değerlendirme problemiyse “*en iyi alternatifin seçilmesi*” aşaması ihmal edilir [45].

3.1.5. AHS’de tutarlılık hesabı

AHS’de elde edilen sonuçların güvenilirliğini etkileyen en önemli faktör düzenlenen ikili karşılaştırma matrislerinin tutarlılığıdır. Uygulamada her zaman tam tutarlı ikili karşılaştırma matrislerinin kullanılmasına imkan yoktur. Göreli önceliklerin tam olarak belirlenememesi ve karşılaştırmaların mutlak ölçüm yerine tahmine dayalı göreli ölçüm ile oluşturulması ikili karşılaştırmalarda tutarsızlığa neden olmaktadır. [45,46,50].

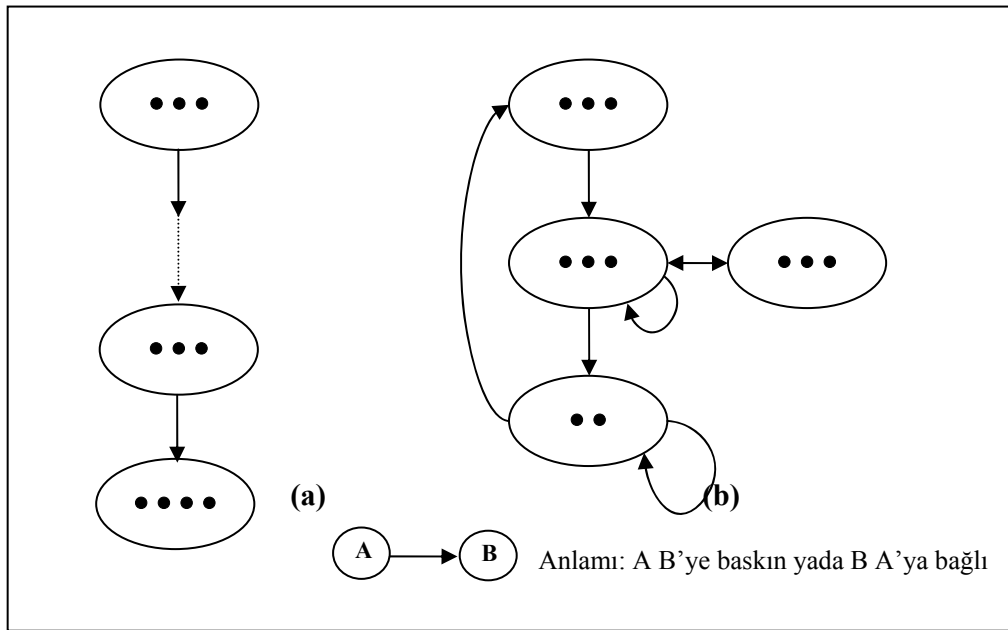
Düzenlenen ikili karşılaştırma matrisleri için tutarlılık oranının %10'dan küçük olması önerilir. Teorik olarak oluşturulan ikili karşılaştırma matrislerinden elde edilen tutarlılık oranları %10'un altında çıkmış ve bu nedenle bu değer tutarlılık oranı için bir üst sınır olarak kabul edilmiştir [45,46]. Eğer düzenlenen ikili karşılaştırma matrisi için hesaplanan tutarlılık oranı %10'dan daha büyükse karar vericilerin tutarlılık oranını istenilen seviyeye düşürmek için yargılarını yeniden gözden geçirmeleri gerekmektedir.

3.2. Analitik Ağ Süreci

Analitik Ağ Süreci (AAS), AHS yönteminin uzantısı olarak Saaty tarafından geliştirilmiş çok ölçütlü karar verme yöntemidir. AHS karar verme problemlerini hiyerarşik bir yapıda tek yönlü olarak modellemekte ve en iyi kararın verilmesine etki eden faktörleri sistematik bir şekilde değerlendirerek, faktörlere ilişkin öncelik sıralarını belirlemektedir. Bu süreçte AHS'nin en önemli varsayımlarından biri aynı seviyede bulunan faktörlerin birbirinden bağımsız olması ve faktörlerin birbirine olan etkilerinin dikkate alınmamasıdır. Oysa gerçek hayatta karar verme problemlerini etkileyen birçok faktör birbiriyle etkileşim halinde bulunmakta ve en iyi kararın verilmesi faktörler arasındaki bu ilişkilerin dikkate alınmasını gerektirmektedir. AAS, karar verme sürecinde faktörler arasındaki ilişkilerin dikkate alınmasını sağlamakta ve problemi tek bir yöne bağlı kalarak modelleme zorunluluğunu ortadan kaldırmaktadır. AAS yöntemi bu yapıyla karar verme problemlerinin daha etkin ve gerçekçi bir şekilde analiz edilmesini sağlamaktadır [45].

AHS hiyerarşik ilişkileri tek yönlü bir iskelet ile gösterirken, AAS, karar seviyeleri ve özellikler arasında daha kompleks ilişkilerin dikkate alınmasını sağlar. AAS geribildirim yaklaşımında ağ yapıları hiyerarşilerin yerine geçer, ağ yapılarında seviyeler arasındaki ilişkilerin; daha yüksek-daha düşük, baskın-baskın değil, direkt-endirekt şeklinde gösterilmesi kolay değildir [45,52]. Örneğin, hiyerarşik yapıda olduğu gibi sadece kriter önemleri alternatif önemlerini belirlemez, bununla birlikte alternatiflerin önemleri kriter önemlerini de etkileyebilir [45,51]. Bu nedenle doğrusal olan tepeden alta hiyerarşik yapılar kompleks problemlerin çözümünde

kullanılmaz. Geribildirim içeren bir sistemin bileşenleri yada seviyeleri düğümlere uyan bir ağ ile gösterilir [45,50]. Bir hiyerarşi ve bir ağ arasındaki yapısal farklılık Şekil 3.3’de gösterilmiştir. Bir düğümdeki elementler, herhangi bir başka düğümdeki elementlerin bir kısmını ya da tamamını etkileyebilir. Ağ yapısında ilişkiler oklarla gösterilir ve okların yönü bağımlılığı ifade eder [45,51]. İki düğüm arasındaki bağımlılık “*dış bağımlılık*” olarak isimlendirilir ve iki yönlü ok ile gösterilir, bir düğüm içindeki elementler arasındaki bağımlılıklar ise “*iç bağımlılık*” olarak isimlendirilir ve ilmik şeklinde bir ok ile gösterilir [45,53].



Şekil 3. 3. Bir ağ ile bir hiyerarşi arasındaki yapısal fark [45,54] (a) hiyerarşi (b) ağ

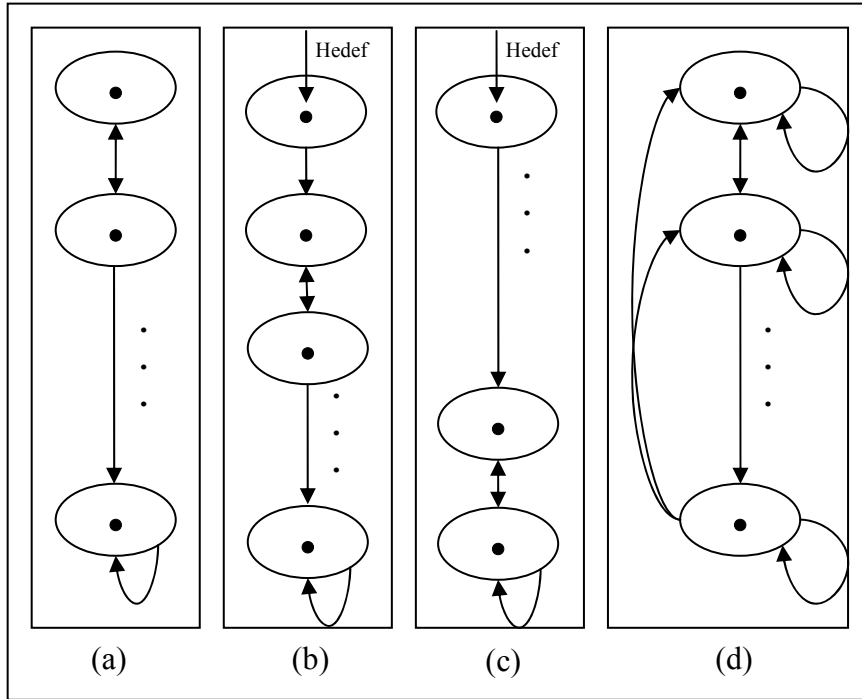
Ağ modeli yukarıdan aşağıya hiyerarşi biçiminde bir yapıya sahip olmadığı gibi, artık düzey diye adlandırılmayan, içinde elementleri olan kümeleri birbirine bağlayan, hatta bir geri besleme döngüsü ile bir kümeyi kendine bağlayan bir görüntüye sahiptir. Böyle bir modele “*geri beslemeli model*” adı verilir. Bu tür yapıya sahip karar problemleri ile uygulamada sıkça karşılaşılır. Bu yapı, limit durumunda hedefe yaklaşan ve genellikle pek çok etkileşimden oluşan bir yapı olup, insan zekası bu karmaşık yapıyla başa çıkabilmek için bir araca ihtiyaç duymaktadır. AAS sağladığı mantıklı ve sistemli yaklaşım ile bu ihtiyacı karşılayabilecek bir araçtır [45,50,55,56].

AAS, AHS'ye benzemekle birlikte, süreçlerin işleyişi açısından farklılık göstermektedir. AAS yöntemi, problemin tanımlanması ve modelin kurulması, ikili karşılaştırma matrislerinin düzenlenmesi ve öncelik vektörlerinin hesaplanması, süpermatrisin düzenlenmesi ve en iyi alternatifin seçilmesi olmak üzere dört ana adımdan oluşmaktadır [45,50,51,52,57,58].

3.2.1. Problemin tanımlanması ve modelin kurulması

Karar verme probleminin tanımlanması ve bu tanıma bağlı olarak modelin kurulması AAS yönteminin ilk adımıdır. Bu aşamada karar verme problemi açık bir şekilde tanımlanmalı ve ağ şeklinde rasyonel bir biçimde ayrıştırılmalıdır. Bu yapı beyin fırtınası yada diğer ayırma metotları vasıtasıyla karar vericilerin fikirlerinden yararlanılarak elde edilebilir. Bir ağ formatı örneği Şekil 3.3 (b)'de gösterilmiştir. Bir problemi ağ tipi modellerle yapılandırmak için parçalara ayırma yolu izlenir. Problemin parçalara ayrılması anlaşılabilirliğini kolaylaştırır. Bu parçalardan herbiri “*grup*” olarak isimlendirilir ve izleyen aşamada bu gruplar eğer varsa “*element*” olarak isimlendirilen alt parçalarına ayrılır. Grupların her biri modelin grafik gösteriminde düğüm noktalarını oluşturur. Hiyerarşik yapılarda, hiyerarşinin herhangi bir yerinde bir geri bildirim olursa, problem AHS yönteminin kapsama alanından çıkar ve ağ modellerinin kapsamına girer [45].

Geri bildirim içeren ağ yapılarının modellenmesinde karar probleminin yapısına bağlı olarak farklı terminolojiler kullanılır [45,51]. İlk iki aşamasında geri bildirim olan yapı Suparchy (Şekil 3.4.a) olarak isimlendirilir ve hiyerarşiye benzer bir yapıdır. Hiyerarşiden farklı tepe noktasında hedef olmaması fakat üstteki iki seviye arasında geri bildirim olmasıdır. Ardışık iki ara seviye arasında geri bildirim olan yapı Intarchy (Şekil 3.4.b), son iki seviyesi arasında geri bildirim olan yapı Sinarchy (Şekil 3.4.c) ve tüm seviyeler arasında geri bildirim olan yapı da Hiernet (Şekil 3.4.d) olarak isimlendirilir.



Şekil 3. 4. (a) Suparchy, (b) Intarchy, (c) Sinarchy, (d) Hiernet [1,51]

3.2.2. İkili karşılaştırma matrisleri ve öncelik vektörleri

AAS'de AHS'de olduğu gibi her grupta yer alan elementler ikili karşılaştırmalara tabi tutulur, böylelikle elementlerin kontrol kriterlerine bağlı olarak öncelikleri belirlenir. Bu aşamada gruplarda hedefe katkıları yönünden ikili karşılaştırma matrisi ile karşılaştırılır. Karar vericiler ikili karşılaştırmalarda seri şekilde bir takım sorulara cevap vererek iki element ya da iki grubu aynı zamanda karşılaştırır ve bunların üst seviyedeki kriterlere olan katkılarını belirlerler [45,52]. Ek olarak, eğer element ya da gruplar arasında bağımlılıklar varsa bunlar içinde ikili karşılaştırmalara ihtiyaç duyulur ve her elementin diğer elementler üzerindeki etkisini gösteren bir özvektör bu ikili karşılaştırmalardan elde edilir. AAS'de ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması ve görece önceliklerin belirlenmesinde AHS'de olduğu gibi Saaty tarafından önerilen 1-9 önem skalası kullanılır (Bkz. Çizelge 3.1).

1-9 önem skalasında, 1 değeri iki elementin eşit öneme sahip olduğunu gösterirken, 9 değeri bir elementin (matris satırındaki element) karşılaştırılan diğer elementten (matrisin sütunundaki element) aşırı derecede önemli olduğunu gösterir. AHS'de

olduğu gibi AAS'de de ikili karşılaştırmalar bir matris çatısı altında yapılır ve lokal öncelik vektörü özvektör yöntemi ile verilen denklem sisteminin çözümünden elde edilir. Denklemin çözümü matris boyutuna bağlı olarak zorlaşmakta ve yüksek boyutlu matrislerde beş ve daha yüksek derecede polinomial denklemlerin çözümünü gerektirmektedir. Uygulamalarda, denklem sisteminin çözümü yerine yaklaşık sonuçlar veren ve hesaplaması daha kolay olan yöntemler tercih edilmektedir. Bu çalışmada öncelik vektörlerinin hesaplanması için aşağıda verilen algoritma kullanılmıştır (45,46,59,60).

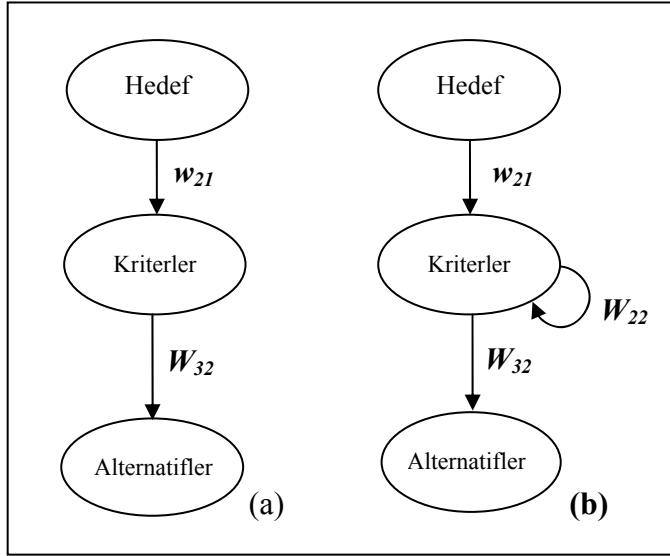
- Adım 1: İkili karşılaştırma matrisinin her sütunundaki değerler toplanarak sütun toplamları bulunur.
- Adım 2: İkili karşılaştırma matrisindeki herbir değer ait olduğu sütun toplamına bölünür. Bu işlem sonucunda elde edilen matris normalleştirilmiş ikili karşılaştırma matrisi olarak isimlendirilir.
- Adım 3: Normalleştirilmiş ikili karşılaştırma matrisinin her satırındaki değerler toplanır ve bu toplam karşılaştırılan faktör sayısına (n) bölünür. Elde edilen bu son değerler üst seviyedeki kriterler temel alınarak karşılaştırılmış elemanların görece öncelikleridir.

Bu aşamada ağ yapısına bağlı olarak belirlenen öncelik vektörleri izleyen aşamada süpermatrisin düzenlenmesi için kullanılır [45].

3.2.3. Süpermatrisin düzenlenmesi

Süpermatrisin genel yapısı Markov zinciri prosesine benzerdir [51]. Birbirine bağımlı etkilerin bulunduğu bir sistemde global önceliklerin elde edilmesi için, lokal öncelik vektörleri süpermatris olarak bilinen bir matrisin kolonlarına tahsis edilerek yazılır. Sonuç olarak bir süpermatris gerçekte parçalı bir matristir ve buradaki herbir matris bölümü bir sistem içindeki iki düğüm (grup yada element) arasındaki ilişkiyi

üzerinde kriterlerin etkisini gösteren bir matris, I ise birim matrisi göstermektedir. Aralarında ilişki bulunmayan iki elementin kesiştiği hücre süpermatriste 0 değerini alır [45].



Şekil 3. 6. Hiyerarşi ve ağ [45, 61] (a) Hiyerarşi (b) ağ

Kriterler arasında ilişkiler varsa hiyerarşi Şekil 3.6 (b)'de verilen şekilde ağ yapısı ile gösterilir.

Burada dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta iki grup arasında ya da grup içi elementler arasında bağımlılık varsa süpermatriste herhangi bir 0 değerinin yer almayacağıdır. Bir ağda genellikle elementler arasında bağımlılık olduğu için süpermatrisin sütun toplamı 1'den büyük olur. Süpermatrisin oluşturulmasından sonra ilk aşama tüm sütun toplamaları 1 olacak şekilde süpermatrisin stokastik hale dönüştürülmesidir. Bu işlem süpermatrisin genel yapısında 0 olmayan tüm bölümlerin ikili karşılaştırmalar ile görelî önemlerinin belirlenmesi ve bulunan öncelik vektörlerinin süpermatriste yerleştirilmesi ile başlar. Süpermatristeki etkileşim farklı kriterlere göre değerlendirilebilir. Bu kriterleri göstermek ve birbirleri ile ilişkilendirmek için bu kriterleri ve onların önceliklerini kapsayan ayrı kontrol hiyerarşilerine ihtiyaç vardır. Herbir kriter için farklı bir süpermatris geliştirilerek kriterlere göre grupların birbiri üzerindeki etkisi karşılaştırılır. Böylece

süpermatriste kullanılacak öz vektörün öncelik değerleri belirlenir. Bu yolla elde edilen süpermatris, ağırlıklandırılmış stokastik süpermatris olarak isimlendirilir.

Elementlerin birbiri üzerindeki uzun dönemli nispi etkileri süpermatrisin yüksek dereceden kuvveti alınarak belirlenir. Önem derecelerinin bir noktada eşitlenmesini sağlamak için ağırlıklandırılmış matrisin $(2k+1)$. kuvveti alınır, burada k rasgele seçilmiş büyük bir sayıdır ve elde edilen yeni matris limit süpermatris olarak isimlendirilir [45,51]. Limit süpermatris ağırlıklandırılmış süpermatris ile aynı formdadır, fakat limit süpermatristeki tüm sütunlar aynıdır. Bu süpermatrisin her bloğunun normalleştirilmesi ile elementlere ilişkin son öncelikler elde edilir [45].

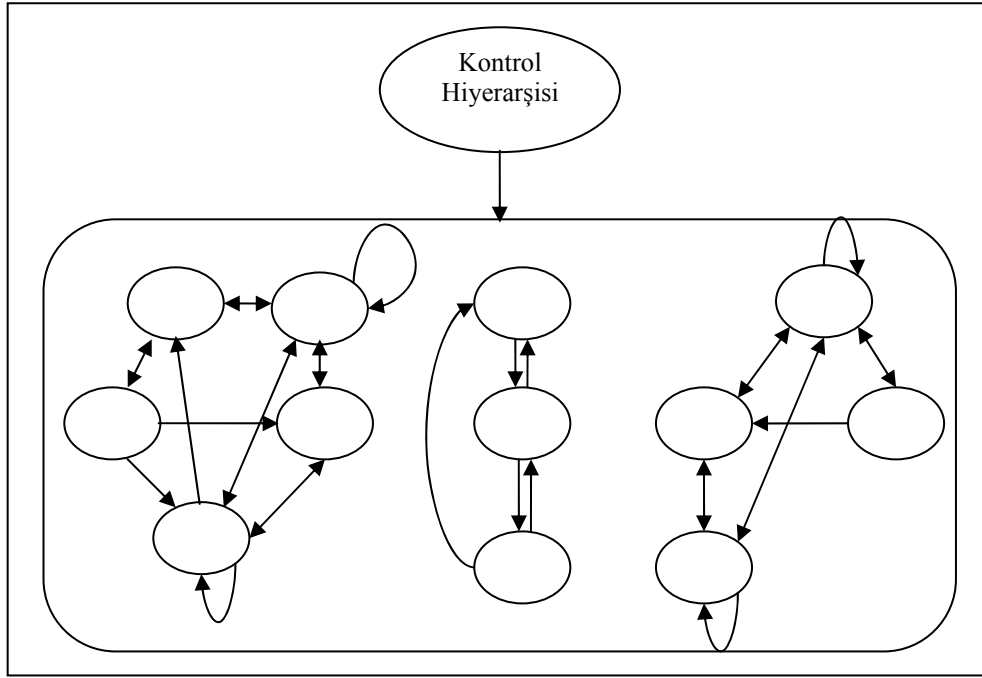
3.2.4. En iyi alternatifin seçilmesi

Düzenlenen süpermatrisin yüksek dereceden kuvveti alınarak alternatiflere ilişkin önem dereceleri belirlenmiş olur ve en yüksek önceliğe sahip olan alternatif en iyi alternatif olarak seçilir. Eğer süpermatris sadece birbiri ile ilgili faktör gruplarının önceliklerinin belirlenmesi amacıyla düzenlenmiş ise alternatif önceliklerinin belirlenmesi için ek hesaplamalar yapmak gerekir. Yapılacak olan bu hesaplamalarda süpermatris işlemi sonucunda bulunan faktör öncelikleri kullanılır. Karar probleminin yapısı, AHS yönteminde olduğu gibi, burada da dikkat edilmesi gereken önemli bir konudur. Eğer problem seçme gerektirmeyen bir faktör/alt faktör değerlendirme problemiyse “en iyi alternatifin seçilmesi” aşaması ihmal edilir ve önceki aşamada bulunan faktör öncelikleri çalışmanın sonuçlarını belirler [45].

3.2.5. Kontrol hiyerarşisi

Bir süpermatristeki etkileşimler farklı kriterler dikkate alınarak ölçülebilir. Eğer böyle kriterler varsa ve sistem bu şekilde kurulabiliyor ise bu sistemdeki önceliklerin analizi, ağ şeklinde düzenlenmiş alt seviyedeki modeller aracılığıyla yapılır. Şekil 3.7’de aynı model içerisinde farklı kriterlere göre farklı ilişkilere sahip olan elementlere ilişkin örnek bir kontrol hiyerarşisi verilmiştir. Aynı element kümeleri

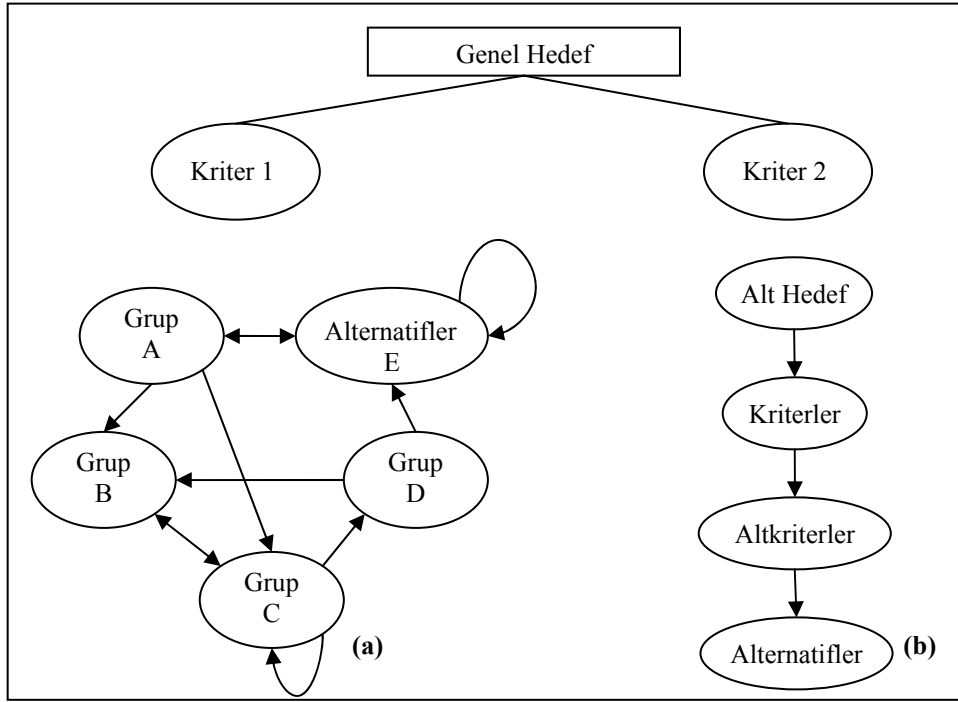
farklı kriterler için farklı süpermatrisler ile değerlendirilir ve herbir kriter için hesaplanan çıktılar, diğerlerinin çıktılarının değerlendirilmesi için kullanılabilir.



Şekil 3. 7. Örnek bir kontrol hiyerarşisi [45,51]

Grupların büyük fonksiyonel karmaşıklığından dolayı faktör gruplarının karşılaştırılmasında kullanılan kriterler, elementlerin karşılaştırılmasında kullanılan kriterlerden daha genel olmalıdır [1,14]. Bazı durumlarda kolaylık açısından, faktör grupları ve elementler arasındaki bağımlılık kontrol hiyerarşisinde aynı kriterler kullanılarak incelenebilirse de, bu durum ikili karşılaştırma matrislerinin düzenlenmesinde zorluklarla karşılaşılmasına sebep olur.

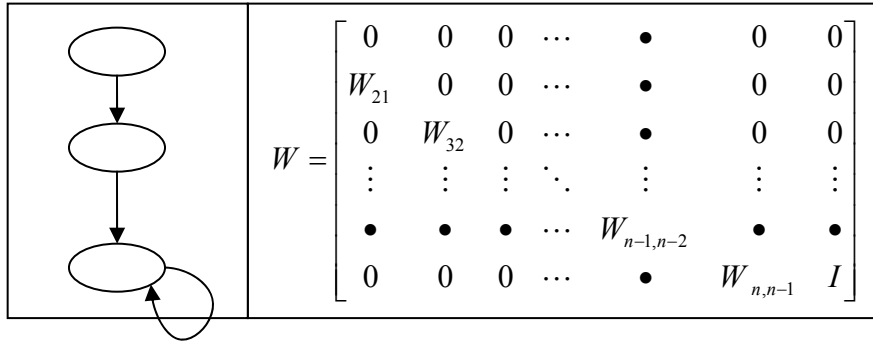
Kontrol hiyerarşisi, şebeke düzenindeki ilişki çeşitlerini karşılaştırmak için AAS'ye önemli bir kriter sağlar [45,58]. İki çeşit kontrol kriteri vardır. Eğer yapı hiyerarşik ise, bir kontrol kriteri yapıya hiyerarşinin amacı olarak bağlanabilir. Bu durumda kontrol kriteri “*bağlantı kriteri*” olarak nitelendirilir. Yapıya direkt olarak bağlanamayan, fakat şebeke içinde karşılaştırmalara neden olan kontrol kriteri ise “*neden olma kriteri*” olarak nitelendirilir [50,51]. Her iki duruma ilişkin örnek bir kontrol hiyerarşisi Şekil 3.8’de verilmiştir.



Şekil 3. 8. Kontrol hiyerarşisinde bağlantı ve neden olma kriterleri [45,51]
(a) neden olma (b) bağlantı

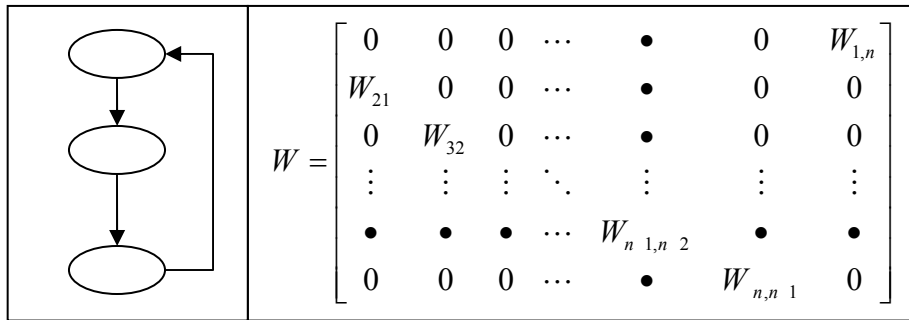
Kontrol hiyerarşisinde önceliklendirme işlemi karşılaşılan sorunlardan biridir. Faktör gruplarının öncelikleri, o gruplardan etkilenen gruba karşılık gelen süpermatris bloklarının ağırlıklarını hesaplamada kullanılır. Her süpermatristeki nispi öncelikler, içinde buldukları faktör grubunun önceliğiyle çarpılarak ağırlıklandırılmış süpermatris elde edilir. Bir faktör grubu veya element ile diğer faktör grubu veya elementler arasında bağımlılık yoksa karşılık gelen öncelik değeri veya öncelik vektörü süpermatrise sıfır olarak girilir [45,51].

Şekil 3.9'da hiyerarşi, Şekil 3.10'da ise holarşi yapılarına ilişkin kontrol hiyerarşileri ve süpermatris formları verilmiştir. Hiyerarşik yapı geribildirim içermeyen, holarşik yapı ise hiyerarşinin son seviyesinden ilk seviyesine geri bildirim içeren (geri bildirimli hiyerarşi) bir yapıdır.



Şekil 3. 9. Hiyerarşik yapı ve süpermatrisi [45,51]

Bir hiyerarşinin süpermatrisinde son satır ve son sütundaki matris birim matris (I) dir. W 'nin yüksek dereceden kuvveti alınarak süpermatriste yer alan grup veya elementler için sınırlandırılmış öncelik değerleri belirlenir.



Şekil 3. 10. Holarşik yapı ve süpermatrisi [45,51]

Son seviyeden ilk seviyeye olan geribildirim, süpermatrisinin son sütununda $W_{1,n}$ ifadesi ile gösterilmiştir.

3.3. DEMATEL Metodu

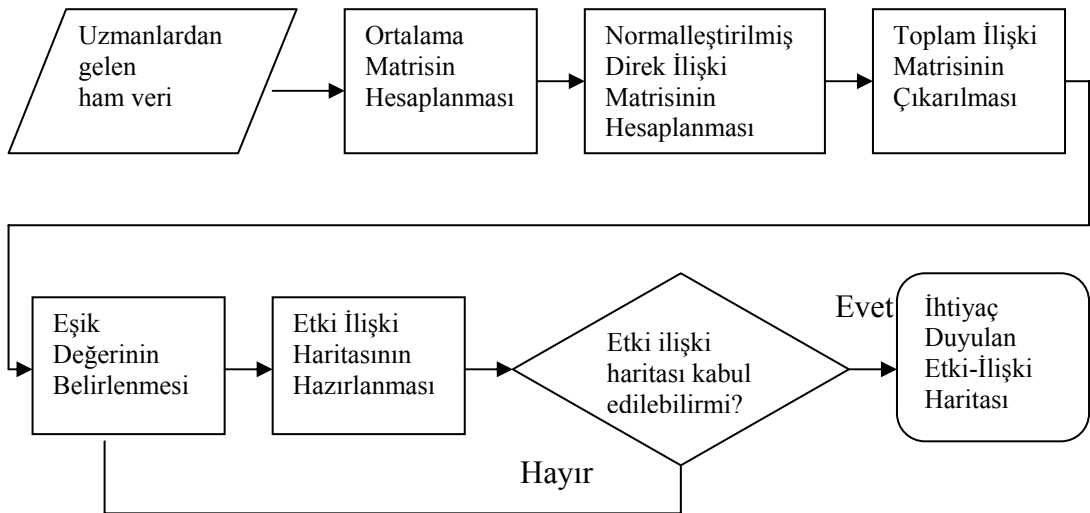
DEMATEL (The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory) Metodu; araştırmada karmaşık ve birbirine girmiş problem gruplarının çözümünde kullanılması amacıyla 1972 ve 1976 yılları arasında Cenevre Battelle Memorial Enstitüsü, Bilim ve İnsan İlişkileri programı tarafından geliştirilmiştir [62,63,64].

DEMATEL, özel problematiklerin kavrayışını geliştirmek, birbirine geçmiş problem kümelerini ve hiyerarşik yapıda uygulanabilir çözümlerin tanımlanmasına katkıda bulunmak için uygun bilimsel araştırma yöntemlerinin kullanılmasına öncülük etme umidiyle geliştirilmiştir.

Graf teori temelli DEMATEL metodu nedensel ilişkiyi daha iyi anlamamızı sağlayacak ilgili faktörleri sebep ve sonuç gruplarına bölerek, problemleri taslak olarak planlama ve çözüme imkânı verir [64].

DEMATEL metodunun başlıca avantajı uzlaşmacı sebep-sonuç modeli içeren dolaylı ilişkileri kapsamasıdır. DEMATEL metodu sistem bileşenleri arasındaki yapı ve ilişkileri veya geçerli sayıda alternatifleri inceleyen etkili bir yöntemdir. DEMATEL kriterleri ilişkilerin cinsi ve birbirleri üzerindeki etkilerinin önemi yönünden öncelik sırasına göre düzenleyebilir. Diğer kriterler üstünde daha çok etkisi olan ve yüksek önceliği olduğu farz edilen kriterler, sebep kriterleri, daha çok etki altında kalan ve düşük önceliği olduğu farz edilen kriterler ise sonuç kriterleri olarak adlandırılır [65].

DEMATEL metodu yapısı ve adımları aşağıdaki gibidir [64,66].



Şekil 3. 11. DEMATEL Metodu Adımları [64].

- Adım 1: Direk ilişki matrisinin oluşturulması

Direk ilişki matrisinin oluşturulması için öncelikle Çizelge 3.2.de gösterildiği gibi 5 seviyeden oluşan ikili karşılaştırma skalası kullanılmıştır.

Çizelge 3. 2. DEMATEL metodu karşılaştırma skalası

Sayısal Değer	Tanım
0	Etkisiz
1	Düşük etki
2	Orta etki
3	Yüksek etki
4	Çok yüksek etki

Kriterler arasındaki ilişkiler, ikili karşılaştırma skalası kullanılarak uzman grup tarafından belirlenir [66,67]. Karşılaştırmaların sonucunda direkt-ilişki matrisi elde edilir.

- Adım 2: Normalleştirilmiş direkt-ilişki matrisi belirlenmesi

Direkt-ilişki matrisi A'ya bağlı olarak Eş.3.1 ve Eş.3.2 formülleri kullanılarak normalleştirilmiş direkt-ilişki matrisi M elde edilir. A matrisinde esas köşegen değerleri 0'dır [66,67,68].

$$M = k \cdot A \quad (3.1)$$

$$k = \text{Min} \left(\frac{1}{\max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n |a_{ij}|}, \frac{1}{\max_{1 \leq j \leq n} \sum_{i=1}^n |a_{ij}|} \right) \quad (3.2)$$

$i, j \in \{1, 2, 3, \dots, n\}$

- Adım 3: Toplam ilişki matrisinin elde edilmesi

Normalleştirilmiş direkt-ilişki matrisi M elde edildikten sonra toplam ilişki matrisi S Eş.3.3 kullanılarak türetilir. Bu formülde I birim matrisi belirtmektedir [66,67,68].

$$\begin{aligned} S &= M + M^2 + M^3 + \dots = \sum_{i=1}^{\infty} M^i \\ &= M(I - M)^{-1} \end{aligned} \quad (3.3)$$

- Adım 4: Gönderici grubu ve alıcı grubu hesaplanması

R: S matrisindeki sütunlar toplamı

D: S matrisindeki satırlar toplamı

Eş.3.4 hesaplamasının ardından Eş.3.5 ve Eş.3.6 hesaplamaları ile D-R ve D+R değerlerini kullanarak, her bir kriterin diğerlerine olan etki seviyesi ve diğerleriyle ilişki seviyesi belirlenir [66,69,70]. Bazı kriterler D-R değeri için pozitif değerlere sahiptir. Bu kriterler diğerleri üzerinde daha yüksek etkiye sahiptirler ve daha yüksek önceliğe sahip oldukları kabul edilir. Bu tip kriterler gönderici olarak adlandırılır. D-R değeri için negatif değere sahip olan kriterler ise diğer kriterlerden daha fazla etkilenirler. Daha düşük önceliğe sahip olduğu kabul edilen bu kriterler alıcı olarak adlandırılır. Diğer taraftan D+R değerleri her bir kriterin diğer kriterlerle arasındaki ilişkiyi gösterir ve D+R değeri yüksek olan kriterler diğer kriterler ile daha çok ilişkilidir, düşük olanların ise diğerleriyle ilişkisi azdır [66,71].

$$S = [s_{i,j}]_{n \times n}, \quad i, j \in \{1, 2, 3, \dots, n\} \quad (3.4)$$

$$D = \sum_{j=1}^n s_{i,j} \quad (3.5)$$

$$R = \sum_{i=1}^n s_{i,j} \quad (3.6)$$

- Adım 5: Eşik değerinin ayarlanması ve etki-yönlü graf diyagramının elde edilmesi.

Uygun bir etki-yönlü graf elde etmek için karar vericilerin etki seviyesi için bir eşik değeri ayarlamaları gerekir. S matrisinde eşik değerinden daha büyük etki değerlerine sahip olan bazı elemanlar seçilir ve etki-yönlü graf diyagramına dönüştürülür. Eşik değeri karar verici ya da uzmanlar tarafından belirlenir [66,72]. Etki-yönlü graf diyagramı yatay eksenini D+R, dikey eksenini D-R olan bir koordinat düzleminde (D+R,D-R) noktalarının gösterilmesiyle elde edilir [66,70].

3.4. Aksiyomatik Tasarım ve Prensipleri

Aksiyomatik Tasarım; ürünler, sistemler ve süreçlerde tasarım alanını bilimsel yapmak için (Suh) tarafından geliştirilmiş bir tasarım metodudur [73,74]. Suh, tasarımı, "neyi gerçekleştirmek istiyoruz" ve "nasıl gerçekleştirebiliriz" sorularının etkileşimiyle tanımlar [75].

Aksiyomlarla tasarım yönteminin temel amacı, tasarımlar için bilimsel bir temel oluşturarak tasarımcıyı, mantıklı düşünce süreçleri ve araçları ile destekleyerek tasarım faaliyetlerini geliştirmektir. Aksiyomlarla tasarım içinde en önemli kavram tasarım aksiyomlarının varlığıdır. İki tasarım aksiyomu ürün tasarımlarını oluşturmak ve kurulan çözüm alternatiflerinden en iyisini seçmek için oransal bir temel sağlar [73,74]. Bu aksiyomlar aşağıdaki gibidir:

- Aksiyom 1 (Bağımsızlık Aksiyomu): Fonksiyonel ihtiyaçların bağımsızlığını devam ettirmek. Kabul edilebilir bir tasarımda, bir tasarım parametresi (*TP*) diğer fonksiyonel ihtiyaçları (*Fİ*) etkilemeden ilgili fonksiyonel ihtiyacı sağlamak için düzenlenebilir

- Aksiyom 2 (Bilgi Aksiyomu): Bilgi içeriğini minimize etmek. Alternatif tasarımlardan Bağımsızlık Aksiyomunu sağlayan en iyi tasarım minimum bilgi içeriğine sahiptir.

Bağımsızlık Aksiyomu, tasarım amaçlarını karakterize eden bağımsız fonksiyonel ihtiyaçların minimum sayısı olarak tanımlanan Fonksiyonel ihtiyaçların (FI) bağımsızlığının sürekli korunması gerektiğini savunur. Gerçek hayatta, mühendisler karmaşık bir problemi alt problemlere ayırarak küçük problemler haline getirir ve bu şekilde çözmeye çalışırlar.

İki ya da daha fazla fonksiyonel ihtiyaç olduğunda, tasarım çözümü diğer fonksiyonel ihtiyacı etkilemeden her bir fonksiyonel ihtiyacı sağlamalıdır. Bu da fonksiyonel ihtiyaçları sağlayan ve bunların bağımsızlığını koruyabilecek doğru bir tasarım parametre kümesinin seçilmesi gerektiği anlamına gelir [73,76].

Bilgi aksiyomu; bağımsızlık aksiyomunu sağlayan tasarımlar arasından minimum bilgi içeriğine sahip tasarımın en iyi tasarım olduğunu savunur. Çünkü bilgi içeriği, olasılık terimleriyle tanımlanır ve fonksiyonel bağımsızlığı sağlayan eşit olarak kabul edilebilir tasarımların oransal değerlerini kıyaslamak için ölçülebilir. Bilgi aksiyomuna göre gerçekleşme olasılığı en yüksek olan tasarım en iyi tasarımdır [73,76].

Bilgi içeriği I , verilen bir fonksiyonel ihtiyaç (FI)' yi sağlama olasılığı ile tanımlanır. Eğer verilen bir FI yi sağlama başarısının olasılığı p ise, olasılıkla ilgili bilgi içeriği I , Eş.3.7. ile ifade edilir:

$$I_i = \log_2 \left(\frac{1}{P_i} \right) \quad (3.7)$$

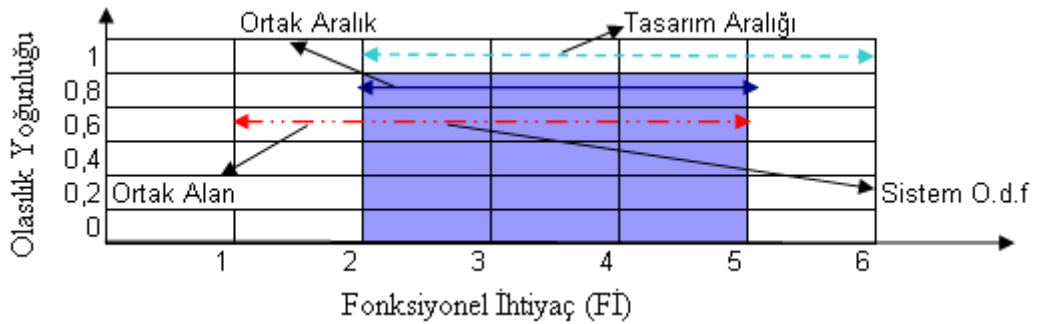
Bilgi küçük birimlerle verilir. Aynı zamanda karşılanması gereken bir sürü fonksiyonel ihtiyaç olduğunda bilgi içeriğinin eklenebilmesi için logaritmik fonksiyon seçilmiştir. n tane FI olduğundan toplam bilgi içeriği tüm bu olasılıkların

toplamıdır. Tüm olasılıklar toplamı 1'e eşit olduğunda bilgi içeriği sıfırdır ve tersine bir ya da daha fazla olasılık sıfıra eşit olduğunda gerekli bilgi sonsuzdur. Bu olasılık düşük ise, fonksiyonel ihtiyaçları karşılamak için daha fazla bilgiye ihtiyaç duyulduğu anlamına gelir [73,76].

Gerçekleşme olasılığı, $Fİ$ için *Tasarım Aralığını* (d_r) belirterek ve $Fİ$ 'yi sağlayacak tasarım için *Sistem Aralığını* (s_r) belirleyerek hesaplanabilir. Herhangi tasarım durumunda, başarı olasılığı tasarımcının tolerans (tasarım aralığı) bakımından neyi başarmayı istediği ve sistemin teslim etme yeteneğinin (sistem aralığı) ne olduğu ile ifade edilir.

Bilgi içeriği, tasarımcı tarafından belirlenen tolerans (fonksiyonel ihtiyaca karşılık olasılık dağılımının bir göstergesindeki tasarım aralığı olarak adlandırılır) ile sistemin sağladığı tolerans (sistem aralığı) arasındaki kesim noktası ile verildiğinden oransal bir kavramdır.

Şekil 3.12 'de bir $Fİ$ 'nin sistem olasılık dağılım fonksiyonu uniform olduğunda, tasarımcının belirlediği "tasarım aralığı" ve sistemin gerçekleştirdiği "sistem aralığının kesiştiği bölgenin kabul edilebilir çözümün bulunduğu alan olduğu görülmektedir.



Şekil 3. 12. Tasarım aralığı, sistem aralığı, ortak aralık ve f_i 'nin sistem olasılık dağılım fonksiyonu

Sistem olasılık dağılım fonksiyonu uniform olduğu durumda FI_i 'nin gerçekleşme olasılığı Eş.3.8. ile hesaplanır [73,77]:

$$p = \frac{\text{ortakaralık}}{\text{sistem aralığı}} \quad (3.8)$$

Eş.3.8'den hareketle bilgi içeriği şu şekilde hesaplanır:

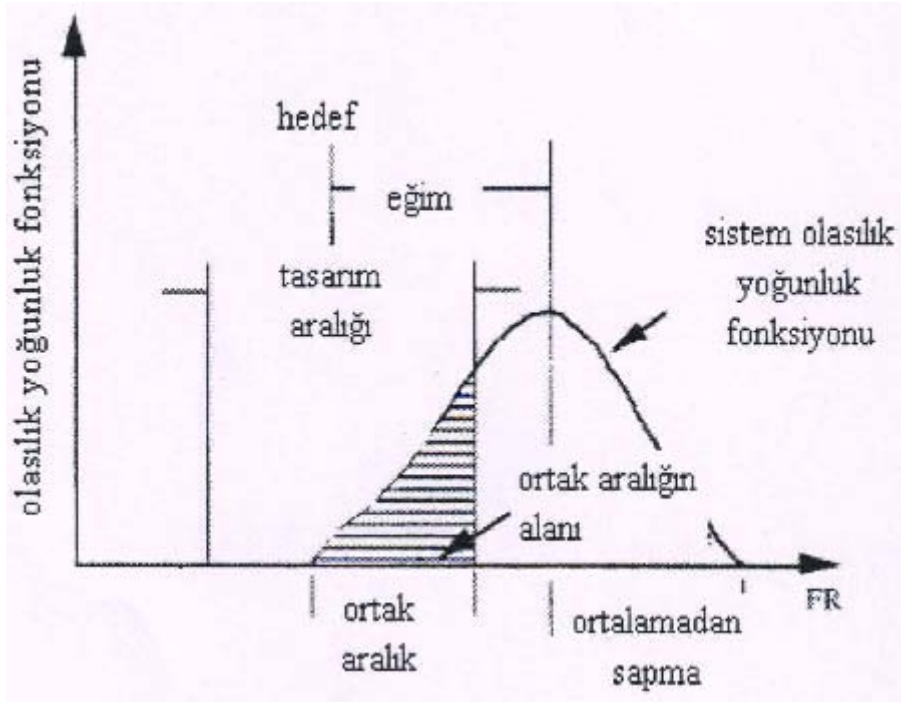
$$I_i = \log_2 \left(\frac{\text{sistem aralığı}}{\text{ortakaralık}} \right) \quad (3.9)$$

Eğer FI_i sürekli tesadüfi değişken ise, $p_s(FI_i)$ her FI_i için sistem olasılık yoğunluk fonksiyonu iken, tasarım aralığındaki FI_i 'yi gerçekleştirme olasılığı Eş.3.10 ile hesaplanır;

$$p_i = \int_{d_{rl}}^{d_{ru}} p_s(FI_i) dFI_i \quad (3.10)$$

Eş.3.10, sistemin olasılık yoğunluk fonksiyonunun integralini alarak bütün sistemin aralığının gerçekleşme olasılığını verir. (örneğin tasarım aralığının en düşük sınırı d_{rl} , üst tasarım aralığının sınırı, d_{ru}) [73,74].

Şekil 3.13'de sistem aralığı belirlenmiş FI_i 'ye karşı bir olasılık yoğunluk fonksiyonu verilmiştir. Tasarım aralığı ve sistem aralığı arasındaki kesişim bölgesi *ortak alan* (C_r) olarak gösterilir ve bu alan sadece fonksiyonel ihtiyaçların sağlandığı bölgedir. Sonuç olarak, sistem aralığının altındaki alanın, ortak aralığın altındaki alana bölümü, tasarımın belirlenmiş hedefinin gerçekleşme derecesinin olasılığına eşittir [73,76].



Şekil 3.13. Tasarım aralığı, sistem aralığı, ortak aralık ve FI 'nin olasılık yoğunluk fonksiyonu

$$I = \log_2(1/A_{cr}) \quad (3.11)$$

A_{sr} sistem aralığının altındaki alanı, A_{cr} ortak aralığın altındaki taralı alanı ifade eder. Genellikle $A_{sr} = 1.0$ olduğundan sağlanacak n tane FI olduğu için bilgi içeriği Eş.3.12 ile ifade edilir:

$$I = \log_2(A_{sr}/A_{cr}) \quad (3.12)$$

Birden fazla fonksiyonel ihtiyaç düzeyinden ve tasarım hiyerarşisinin tüm seviyelerinde birden fazla fonksiyonel ihtiyaçtan oluşan bir sistemin tasarımında, sistemin bilgi içeriği, sadece en yüksek düzeydeki fonksiyonel ihtiyaçları $\{FI_i\}$ sağlamak için gereken bilgidir. Sistemin bilgi içeriğini hesaplamak için, her düzeyin ortak aralığını (A_{cr}) ve sistem aralığının olasılık dağılımını belirlememiz gerekir.

Buradan sistemin bilgi içeriği;

$$I_{sistem} = -\sum I_{enyüksekseviye} F\dot{I}_i = -\sum \log(A_{cr})_{enyüksekseviye} F\dot{I}_i \quad (3.13)$$

ile verilir. $(A_{cr})_{enyüksekseviye} F\dot{R}_i$ en yüksek seviyedeki $F\dot{I}_i$ ' lerin her biriyle ilişkili ortak aralığın alanıdır.

$F\dot{I}$ 'nin en yüksek düzeyinin sağlama olasılığı, en alt düzeydeki $F\dot{I}$ 'ler tasarım matrisleriyle verilen yapıya göre birleştirildiğinde en yüksek düzeydeki $F\dot{I}$ 'lere karşılık geldiği için $F\dot{I}$ 'nin en düşük düzeyini gerçekleştirme olasılığı ile ilişkilidir. Bu yüzden, en yüksek $F\dot{I}$ 'yi sağlama olasılığı; sistem hiyerarşisindeki tüm alt seviyelerdeki $F\dot{I}$ 'lerle ilişkili tüm olasılıkların üretimi ile verilir. Buradan, toplam sistemin bilgi içeriği aşağıdaki gibi ifade edilebilen tüm alt düzeydeki $F\dot{I}$ 'lerle ilişkili bilgi içeriklerinin toplamıdır.

$$I_{sistem} = -\sum \log(p_{yaprak}) = -\sum \log(A_{cr})_{yaprak} \quad (3.14)$$

$(A_{cr})_{yaprak}$ sistem hiyerarşisinde daha fazla alt birimlere ayrılamayan her fonksiyonel ihtiyaçla (yaprak) ilişkili ortak aralığın alanıdır. Eş.3.13 ve Eş.3.14'in eşitlenmesiyle Eş. 3.15 elde edilir.

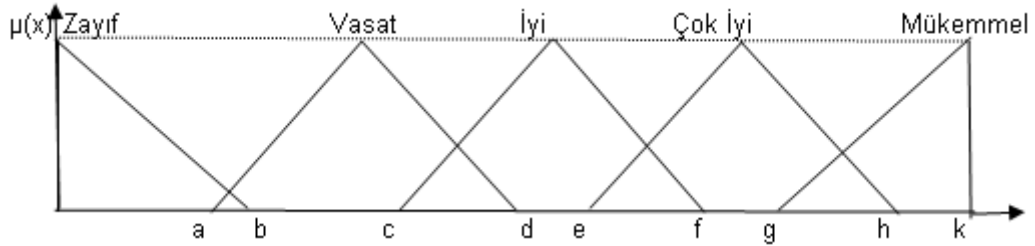
$$\sum \log(A_{cr})_{yaprak} = \sum \log(A_{cr})_{en\ yüksek\ düzey\ F\dot{I}_i} \quad (3.15)$$

En büyük amaç; örneğin her Bilgi Aksiyomu olarak bilgi içeriğini küçültmek gibi, tüm p_{yaprak} ları birbirine eşitleyerek tasarlanmış sistem fonksiyonunu yapmak için gereken ilave bilgiyi minimize etmektir. Bu hedefi gerçekleştirmek için, tasarım Bağımsızlık Aksiyomunu sağlamalıdır. Tasarım fonksiyonel bağımsızlığı sağladığında eğilim yok edilebilir ve sistem aralığının varyansı, sistem aralığının tasarım aralığının içinde yer alması için, bilgi içeriğini sıfıra azaltarak küçültülebilir.

3.5. Bulanık Aksiyomatik Tasarım

Literatürdeki çok ölçütlü karar verme teknikleri genellikle veriler belirli olduğunda çözüme ulaşırken, Bulanık çok ölçütlü AT yaklaşımı veriler kesin olmadığında da kullanılabilir bir yöntemdir.

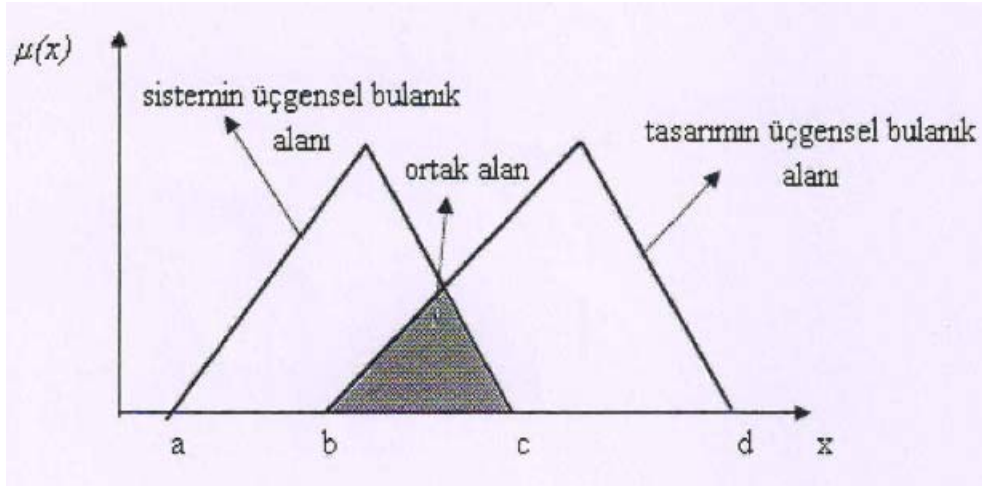
Kesin olarak belirli olan verileri ifade etmek için gerçek sayılar kullanılır. Ancak veriler belirli olmadığında ve sayısal değerler yerine dilsel değişkenlerle ifade edildiğinde bu verilerin belirli bir kural tabanına bağlı olarak sayısal bir forma dönüştürülmesi gerekir. Bulanık küme teorisi bu aşamada kullanılacak önemli bir araçtır. Şekil 3.14 'de sayısal olmayan faktörlerin sayısallaştırılması için literatürde sıklıkla kullanılan dilsel değişkenlere ait üyelik fonksiyonlarının şematik yapısı gösterilmiştir [73,77]:



Şekil 3. 14. Fiziksel olmayan faktörler için sayısal gösterim

Aksiyomatik tasarımda, fonksiyonel ihtiyaçların sistem ve tasarım aralıkları her zaman belirli bir aralıkla ifade edilemez. Belli bir değer üstünde ya da bir değere yaklaşık olarak ifade edilebilir ve bu değerler üçgensel ya da yamuksal bulanık sayılarla gösterilebilir.

Bulanık Aksiyomatik Tasarımda aralık değerleri dilsel olarak verildiğinde olasılık yoğunluk fonksiyonunun belirli olduğu durumda üçgensel ya da yamuksal bulanık üyelik fonksiyonları kullanılır. Dolayısıyla ortak alan, üçgensel ya da yamuksal bulanık sayıların kesiştiği bölgedir. Şekil 3.15'de görüldüğü gibi, ortak alan sistem aralığının bulanık üçgensel alanı ile tasarım aralığının bulanık üçgensel alanının arasındaki kesişim bölgesidir [73,77].



Şekil 3. 15. Sistem ve tasarım aralıklarının ortak alanı

Buradan hareketle bilgi içeriği Eş.3.16 ile hesaplanır [73,74]:

$$I = \log_2 \left(\frac{\text{Sistem tasarımının üçgensel bulanık alanı}}{\text{Ortak alan}} \right) \quad (3.16)$$

3.6. Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım

Önceki bölümde bilgi içerikleri hesaplanırken her kriterin ağırlığı eşit olarak kabul edilmiştir. Ancak her bir kriter farklı bir ağırlık değerine (w_j) sahip olduğunda bilgi içeriklerini hesaplamak için mevcut formülasyonlara ek olarak Eş.3.17 'de verilen ifade kullanılır ve bu yapı "Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım" yaklaşımı olarak adlandırılır [73,77].

$$I_{ij} = \left\{ \begin{array}{l} \left[\log_2 \left(\frac{1}{p_{ij}} \right) \right]^{1/w_j}, \quad 0 \leq I_{ij} \leq 1 \\ \left[\log_2 \left(\frac{1}{p_{ij}} \right) \right]^{w_j}, \quad I_{ij} \geq 1 \\ w_j, \quad I_{ij} = 1 \end{array} \right. \quad (3.17)$$

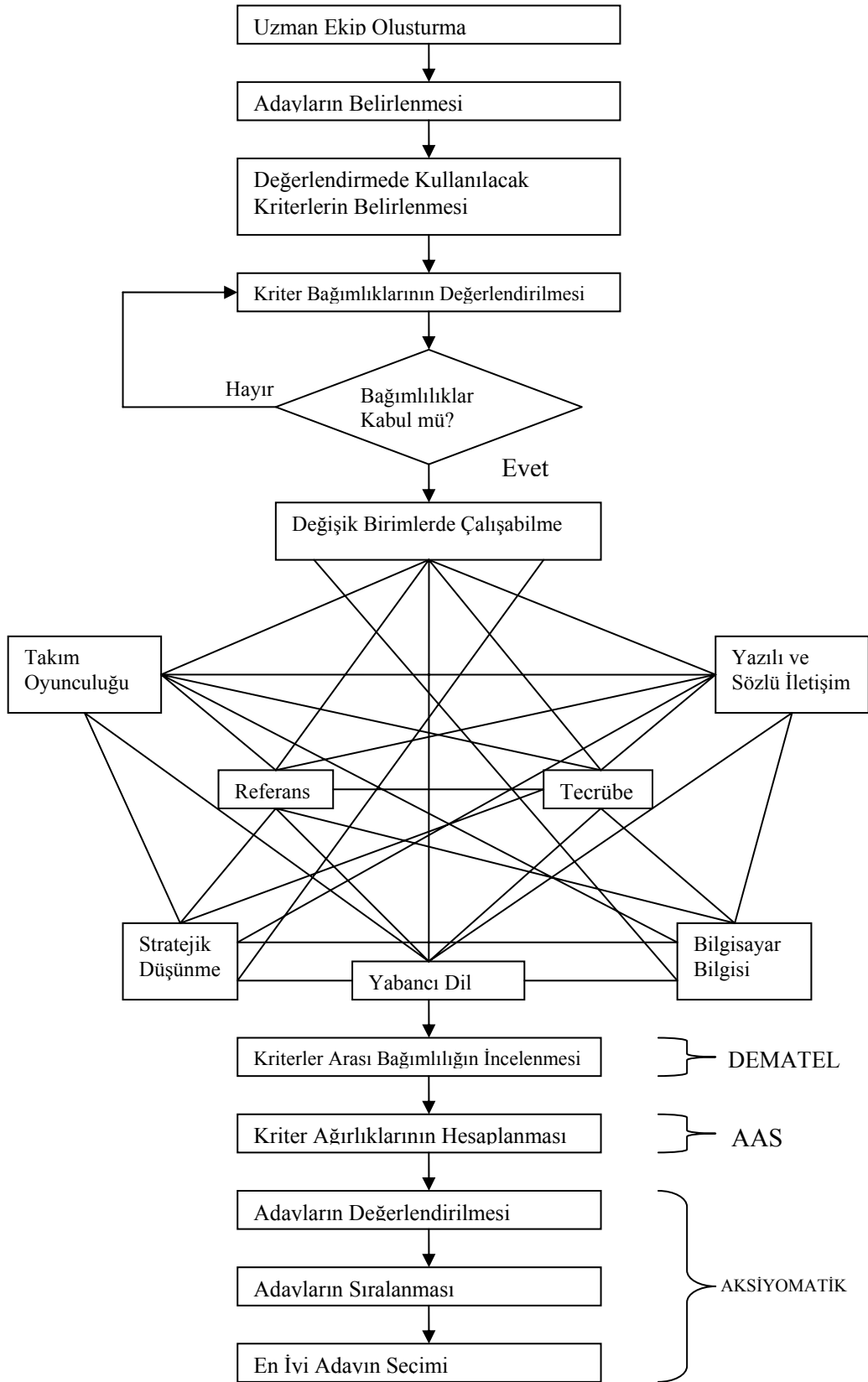
4. UYGULAMA

Bu tez kapsamında İstanbul'da faaliyet gösteren uluslararası bir firmanın Türkiye'deki şubesi için üst düzey yönetici alımı, personel seçimi problemi olarak ele alınmış ve Bulanık AT yöntemi ile seçim modeli geliştirilerek 6 aday arasından seçim yapılmıştır. Aksiyomatik Tasarımda bilgi aksiyomunu kullanarak alternatif adaylar arasında seçim yaparken tasarımın gereklerini tanımlayan ölçütler diğer bir ifade ile fonksiyonel ihtiyaçlar (Fİ), personel seçimini etkileyen kriterler olarak ele alınmıştır.

Personel seçim süreci, seçimi yapacak olan uzman grubun oluşturulması, gelen başvurular arasından adayların belirlenmesi, değerlendirmede kullanılacak kriterlerin belirlenmesi, kriterlerin bağımlılıklarının değerlendirilmesi ve değerlendirilen kriterlerin bağımlılıklarının kabul sürecinden geçmesi aşamalarını kapsamaktadır. Kabul sürecinden geçen kriter bağımlılıkları, belirlenen kriterler ile entegre edildikten sonra kriterlerin kendi aralarındaki bağımlılıklarının DEMATEL yöntemi kullanılarak incelenmesi, daha sonra AAS yöntemi kullanılarak kriter ağırlıklarının hesaplanması süreçleri tamamlanmıştır. Kriter ağırlıklarının hesaplanmasından sonra çalışmamıza konu olan Bulanık AT yöntemi kullanılarak sırasıyla adayların değerlendirilmesi, sıralanması ve en iyi adayın seçimi süreçleri izlenmiştir.

Seçim süreci tamamlandıktan sonra AAS metodu, AT metodu ve Bulanık AT metotları ile yapılan hesaplamalar bir arada değerlendirilmiş. Hangi metodun daha iyi sonuç verdiği tartışılmış ve yorumlanmıştır.

Seçim sürecinin aşamalarını gösteren model Şekil 4.1'de görülmektedir.



Şekil 4. 1. Seçim sürecinin modeli

4.1. Kriterlerin Belirlenmesi

Çalışmada ilk olarak seçim sürecini etkileyen kriterler belirlenmiştir. İşletme için personel seçimini etkileyen en önemli 8 kriter aşağıdaki gibidir.

1. **TECRÜBE:** Seçilecek personelin geçmişte çalıştığı işleri, yaptığı projeleri ve hayat boyu edindiği bilgilerin hepsini kapsar.
2. **YABANCI DİL:** Firmanın uluslararası alanda faaliyet göstermesi nedeniyle bilinen yabancı dil sayısı önemini kapsar
3. **YAZILI VE SÖZLÜ İLETİŞİM:** Yapılacak iş gereği iletişim araçlarına hâkim olmayı kapsar.
4. **BİLGİSAYAR BİLGİSİ:** Günümüz teknolojisini kullanabilecek ve firmayı yönlendirecek seviyede bilgi sahibi olmayı kapsar.
5. **TAKIM OYUNCULUĞU:** Birimler arası koordinasyonu sağlama noktasında birleştirici unsur olarak takımın parçası olmayı kapsar
6. **STRATEJİK DÜŞÜNME:** Firmanın geçmişteki hatalarından ders alıp geleceğe yönelik atılım ve yatırımlarına yön verecek düşünce yapısına sahip olmayı kapsar.
7. **DEĞİŞİK BİRİMLERDE ÇALIŞABİLME:** Uluslararası boyutta çalışan firmanın dünya çapındaki herhangi bir şubesinde çalışabilme olasılığını kapsar.
8. **REFERANS:** Geçmiş çalışma hayatını ve bu hayattan kazanımlarının iş için yeterli olduğunu onaylayacak kişilere sahip olabilme olasılığını kapsar.

Bu kriterler doğrultusunda en iyi personel adayını belirlemek için, AAS, Bulanık AT yaklaşımı ve kriterlerin ağırlıklandırıldığı durum göz önüne alınarak Ağırlıklı Bulanık AT yaklaşımı kullanılmıştır.

Belirlenen kriterleri fonksiyonel ihtiyaçlara dönüştürerek Şekil 4.2'deki personel seçimi modeli oluşturulmuş, bu hiyerarşik modelde adayın bilgi içeriğini hesaplarken, Eş.3.15'den yararlanarak tüm Fİ'ler (yaprak) için bulunan bilgi içerikleri toplanmıştır. Sonuç olarak elde edilen değer personel adaylarına ait bilgi içeriğini ifade etmektedir.



Şekil 4. 2. Personel Seçim modelinin hiyerarşisi

4.2. Kriterlerin Ağırlıklandırılması

Kriterlerin ağırlıklandırılması aşamasında yaygın olarak kullanılan çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden biri olan AHS kullanılmıştır. AHS ile elde edilen kriter ağırlıkları çalışma içerisinde AAS yöntemi ile yapılan hesaplamalarda da kullanılmıştır.

Kriterler için AHS ile elde edilen ağırlık değerleri Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4. 1. Kriterler için ikili karşılaştırma matrisi ve ağırlık değerleri

	Fİ1	Fİ2	Fİ3	Fİ4	Fİ5	Fİ6	Fİ7	Fİ8	Ağırlık	Tutarlılık Oranı
Fİ1	1,000	2,000	2,000	3,000	2,000	2,000	0,500	1,000	0,168	0,0551 < 0,1 Tutarlı
Fİ2	0,500	1,000	0,500	2,000	2,000	3,000	0,500	1,000	0,120	
Fİ3	0,500	2,000	1,000	2,000	3,000	2,000	1,000	0,500	0,150	
Fİ4	0,333	0,500	0,500	1,000	1,000	1,000	0,333	0,500	0,064	
Fİ5	0,500	0,500	0,333	1,000	1,000	2,000	0,500	2,000	0,099	
Fİ6	0,500	0,333	0,500	1,000	0,500	1,000	0,333	0,500	0,060	
Fİ7	2,000	2,000	1,000	3,000	2,000	3,000	1,000	2,000	0,208	
Fİ8	1,000	1,000	2,000	2,000	0,500	2,000	0,500	1,000	0,131	
Toplam	6,333	9,333	7,833	15,000	12,000	16,000	4,666	8,500	1,000	

4.3. Kriterlerin İlişkilerinin Belirlenmesi

AHS ile belirlenen ağırlık değerlerinden sonra kriterlerin birbirleri arasındaki ilişkilerin belirlenmesi sırasında kriterlerin ilişkilerini, cinsi ve birbirleri üzerindeki etkilerinin önemi yönünden öncelik sırasına göre düzenleyen DEMATEL yöntemi kullanılmıştır. Önce işletmenin istekleri yönünde uzman grubun hazırladığı ikili karşılaştırma skalası ile Çizelge 4.2’de gösterimi bulunan direk ilişki matrisi elde edilmiştir.

Çizelge 4. 2. İkili karşılaştırma skalası kullanılarak bulunan direkt-ilişki matrisi

	Fİ1	Fİ2	Fİ3	Fİ4	Fİ5	Fİ6	Fİ7	Fİ8
Fİ1	0	2	1,67	1	2,67	3,67	2,67	2
Fİ2	1,33	0	2	1,67	2	1,67	2,67	2,33
Fİ3	3	1,67	0	1	2	2,33	3	2
Fİ4	2,67	1,3	1	0	2	1,67	2	2
Fİ5	2	1,3	1,67	1,3	0	2	2,67	2,67
Fİ6	2,67	1	2	1	2,33	0	3	2
Fİ7	3	2	2,67	2	3	2,33	0	2,33
Fİ8	1,33	1	1,67	1	2	1	2	0

Direkt-ilişki matrisinin bulunmasından sonra sırasıyla Eş.3.1, Eş.3.2 ve Eş 3.3 kullanılarak Çizelge 4.3’de gösterilen normalleştirilmiş direkt-ilişki matrisi ve Çizelge 4.4’de gösterilen toplam ilişki matrisleri elde edilmiştir.

Çizelge 4. 3. Normalleştirilmiş direkt-ilişki matrisi

	Fİ1	Fİ2	Fİ3	Fİ4	Fİ5	Fİ6	Fİ7	Fİ8
Fİ1	0	0,11	0,09	0,06	0,15	0,20	0,15	0
Fİ2	0,07	0	0,11	0,09	0,11	0,09	0,15	0,07
Fİ3	0,17	0,09	0	0,06	0,11	0,13	0,17	0,17
Fİ4	0,15	0,07	0,06	0	0,11	0,09	0,11	0,15
Fİ5	0,11	0,07	0,09	0,07	0	0,11	0,15	0,11
Fİ6	0,15	0,06	0,11	0,06	0,13	0	0,17	0,15
Fİ7	0,17	0,11	0,15	0,11	0,17	0,13	0	0,17
Fİ8	0,07	0,06	0,09	0,06	0,11	0,06	0,11	0,07

Çizelge 4. 4. Toplam ilişki matrisi

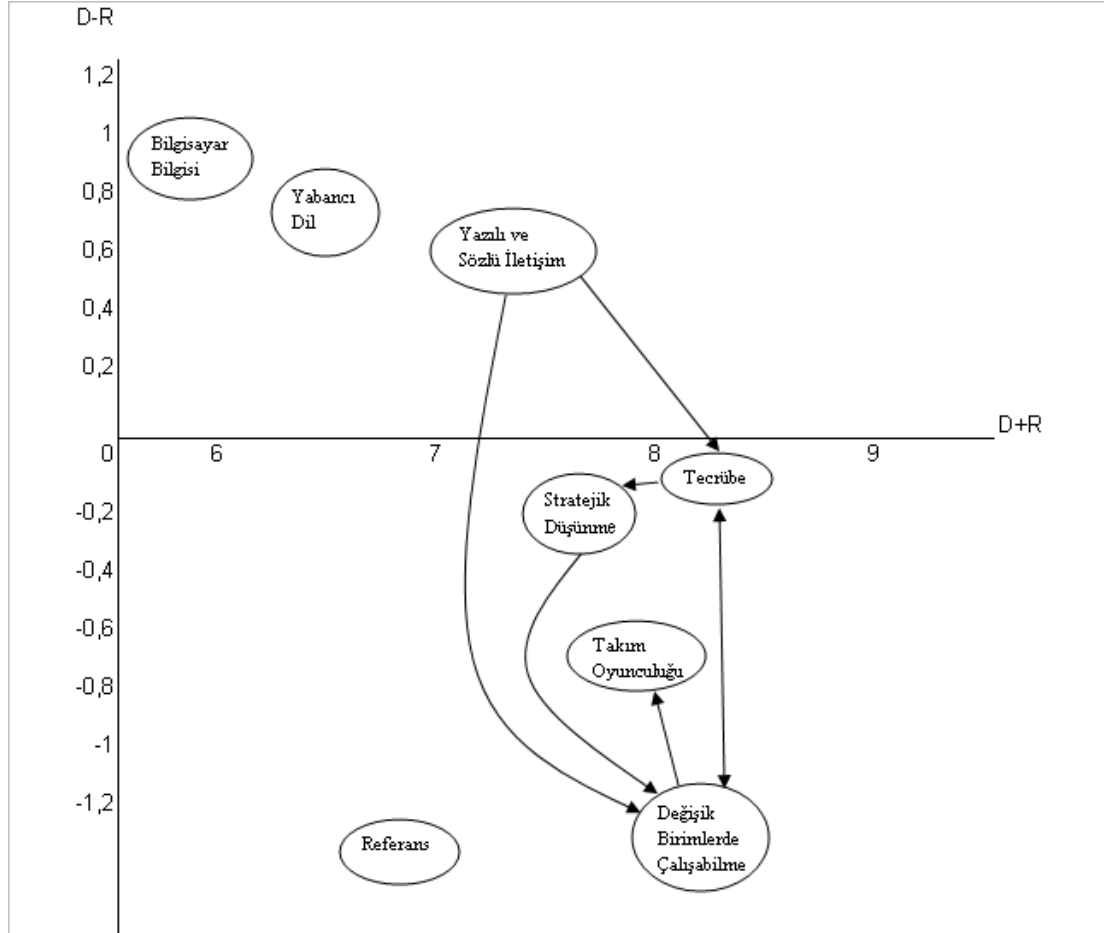
	Fİ1	Fİ2	Fİ3	Fİ4	Fİ5	Fİ6	Fİ7	Fİ8
Fİ1	0,4614	0,4075	0,4624	0,3339	0,5995	0,6017	0,6475	0,5416
Fİ2	0,4656	0,2678	0,4269	0,3232	0,5032	0,4518	0,5752	0,4985
Fİ3	0,6004	0,3877	0,3719	0,3285	0,5594	0,5411	0,6519	0,5317
Fİ4	0,5060	0,3183	0,3640	0,2250	0,4806	0,4350	0,5168	0,4589
Fİ5	0,4984	0,3342	0,4110	0,3056	0,4061	0,4711	0,5760	0,5147
Fİ6	0,5603	0,3459	0,4504	0,3136	0,5504	0,4021	0,6239	0,5086
Fİ7	0,6517	0,4380	0,5434	0,4005	0,6581	0,5882	0,5645	0,5993
Fİ8	0,3748	0,2643	0,3353	0,2423	0,4114	0,3447	0,4424	0,2963

Toplam ilişki matrisinin bulunmasından sonra Eş.3.4, Eş.3.5 ve Eş.3.6 kullanılarak Çizelge 4.5’de gösterildiği gibi D+R ve D-R değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan değerler sonucunda kriterler arası ilişkiyi gösteren D+R değerlerinde sırasıyla 7, 1. ve 5.nci kriterlerin diğer kriterler ile daha çok ilişkide olduğu görülmüştür. Alıcı ya da etkilenen olarak adlandırılan, daha düşük önceliğe sahip ve diğer kriterlerden daha çok etkilenen, D-R (negatif) değerlerinde ise sırasıyla 8, 5, ve 7.nci kriterlerin diğer kriterlere nazaran daha çok etkilendiği tespit edilmiştir. Gönderici ya da etkileyici olarak adlandırılan, daha yüksek etkiye sahip ve daha yüksek önceliğe sahip olan D-R (pozitif) değerlerinde sırasıyla 4, 2, ve 3.ncü kriterlerin diğer kriterlere nazaran daha çok etkilediği görülmüştür.

Çizelge 4. 5. D+R ve D-R değerleri

	D+R	D-R
Fİ1	8,1741	-0,0631
Fİ2	6,2759	0,7485
Fİ3	7,3379	0,6073
Fİ4	5,7772	0,832
Fİ5	7,6858	-0,6516
Fİ6	7,5909	-0,0805
Fİ7	9,0419	-0,1545
Fİ8	6,6611	-1,2381

Şekil 4.3'de Çizelge 4.5.'de bulunan D+R ve D-R değerleri ve birbirleri arasındaki etkileşimi gösteren etki-yönlü graf diyagramı oluşturulmuştur.



Şekil 4. 3. Etki-yönlü graf diyagramı

Uzman grup tarafından belirlenen 0,6 eşik değeri toplam ilişki matrisine uygulandıktan sonra gönderici grubu ve alıcı grubu hesaplamaları yapılmış ve kriterler arasındaki ilişkiyi gösteren yapı Şekil 4.4'de gösterildiği gibi belirlenmiştir.

4.4. Kriterlerin Bağımlı Ağırlıklarının Belirlenmesi

Çizelge 4.6.'da gösterilen ve DEMATEL yöntemi ile belirlenen kriter ağırlıklarını gösteren matrisin, AHS yöntemi ile elde ettiğimiz Çizelge 4.1.'de gösterilen kriterlerin ağırlık değerleri matrisi ile çarpımından elde ettiğimiz değerler bağımlı ağırlık değerleridir. Bu bağımlı ağırlık değerleri sırasıyla AAS yönteminde ve Bulanık AT yönteminde kullanılacaktır. Çizelge 4.7'de kriterlerin bağımlı ağırlık değerleri gösterilmiştir.

Çizelge 4. 7. Kriterlerin bağımlı ağırlık değerleri

Fİ1	0,1559
Fİ2	0,1200
Fİ3	0,2281
Fİ4	0,0640
Fİ5	0,0792
Fİ6	0,0870
Fİ7	0,1348
Fİ8	0,1310

4.5. Analitik Ağ Süreci (ANP) ile Personel Seçimi

Bu çalışmada kıyaslamalarda kullanılacak yöntemlerden biride AAS'dir. Bu çalışmada AAS ile yapılacak personel seçiminde Çizelge 4.7.'de bulunan kriterlerin bağımlı ağırlık değerleri, her aday için kriterler arası ikili karşılaştırma matrislerinden elde edilecek ağırlık değerlerinden oluşan matris ve Çizelge 4.1'de bulunan ağırlık değerleri kullanılacaktır.

Çizelge 4.8.1'de 1. adayın kriterler arası ikili karşılaştırma matrisi, kriterlere göre ağırlıkları ve tutarlılık oranı gösterilmiştir.

Çizelge 4. 8. Birinci aday kriterler arası ikili karşılaştırma matrisi

	Fİ1	Fİ2	Fİ3	Fİ4	Fİ5	Fİ6	Fİ7	Fİ8	Ağırlık	Tutarlılık Oranı
Fİ1	1,000	0,500	0,500	0,333	0,500	2,000	0,500	1,000	0,078	0,0864 < 0,1 Tutarlı
Fİ2	2,000	1,000	0,500	2,000	2,000	3,000	1,000	1,000	0,151	
Fİ3	2,000	2,000	1,000	2,000	3,000	2,000	0,500	0,500	0,170	
Fİ4	3,000	0,500	0,500	1,000	0,500	1,000	0,333	0,500	0,085	
Fİ5	2,000	0,500	0,333	2,000	1,000	2,000	3,000	2,000	0,165	
Fİ6	0,500	0,333	0,500	1,000	0,500	1,000	0,333	0,500	0,058	
Fİ7	2,000	1,000	1,000	3,000	0,333	3,000	1,000	2,000	0,160	
Fİ8	1,000	1,000	2,000	2,000	0,500	2,000	0,500	1,000	0,132	

Çizelge 4.9.'da 2. adayın kriterler arası ikili karşılaştırma matrisi, kriterlere göre ağırlıkları ve tutarlılık oranı gösterilmiştir.

Çizelge 4. 9. İkinci aday kriterler arası ikili karşılaştırma matrisi

	Fİ1	Fİ2	Fİ3	Fİ4	Fİ5	Fİ6	Fİ7	Fİ8	Ağırlık	Tutarlılık Oranı
Fİ1	1,000	2,000	2,000	3,000	2,000	2,000	2,000	1,000	0,198	0,0824 < 0,1 Tutarlı
Fİ2	0,500	1,000	0,500	2,000	2,000	0,333	0,500	1,000	0,097	
Fİ3	0,500	2,000	1,000	2,000	3,000	2,000	1,000	0,500	0,144	
Fİ4	0,333	0,500	0,500	1,000	1,000	1,000	0,333	0,500	0,064	
Fİ5	0,500	0,500	0,333	1,000	1,000	2,000	0,500	2,000	0,101	
Fİ6	0,500	3,000	0,500	1,000	0,500	1,000	0,333	0,500	0,089	
Fİ7	0,500	2,000	1,000	3,000	2,000	3,000	1,000	2,000	0,173	
Fİ8	1,000	1,000	2,000	2,000	0,500	2,000	0,500	1,000	0,134	

Çizelge 4.10.'da 3. adayın kriterler arası ikili karşılaştırma matrisi, kriterlere göre ağırlıkları ve tutarlılık oranı gösterilmiştir.

Çizelge 4. 10. Üçüncü aday kriterler arası ikili karşılaştırma matrisi

	Fİ1	Fİ2	Fİ3	Fİ4	Fİ5	Fİ6	Fİ7	Fİ8	Ağırlık	Tutarlılık Oranı
Fİ1	1,000	0,500	0,500	0,333	0,500	2,000	0,500	2,000	0,088	0,0997 < 0,1 Tutarlı
Fİ2	2,000	1,000	0,500	2,000	0,500	3,000	1,000	2,000	0,138	
Fİ3	2,000	2,000	1,000	2,000	3,000	2,000	0,500	0,500	0,175	
Fİ4	3,000	0,500	0,500	1,000	0,500	1,000	0,333	0,500	0,085	
Fİ5	2,000	2,000	0,333	2,000	1,000	2,000	3,000	2,000	0,187	
Fİ6	0,500	0,333	0,500	1,000	0,500	1,000	0,333	0,500	0,058	
Fİ7	2,000	1,000	1,000	3,000	0,333	3,000	1,000	2,000	0,154	
Fİ8	0,500	0,500	2,000	2,000	0,500	2,000	0,500	1,000	0,116	

Çizelge 4.11.'de 4. adayın kriterler arası ikili karşılaştırma matrisi, kriterlere göre ağırlıkları ve tutarlılık oranı gösterilmiştir.

Çizelge 4. 11. Dördüncü aday kriterler arası ikili karşılaştırma matrisi

	Fİ1	Fİ2	Fİ3	Fİ4	Fİ5	Fİ6	Fİ7	Fİ8	Ağırlık	Tutarlılık Oranı
Fİ1	1,000	0,500	2,000	0,333	0,500	2,000	1,000	2,000	0,123	0,0979 < 0,1 Tutarlı
Fİ2	2,000	1,000	0,500	2,000	1,000	3,000	1,000	1,000	0,144	
Fİ3	0,500	2,000	1,000	2,000	0,500	2,000	0,500	0,500	0,115	
Fİ4	3,000	0,500	0,500	1,000	0,500	1,000	0,333	0,500	0,093	
Fİ5	2,000	1,000	2,000	2,000	1,000	2,000	3,000	2,000	0,196	
Fİ6	0,500	0,333	0,500	1,000	0,500	1,000	0,333	0,500	0,060	
Fİ7	1,000	1,000	1,000	3,000	0,333	3,000	1,000	0,333	0,120	
Fİ8	0,500	1,000	2,000	2,000	0,500	2,000	3,000	1,000	0,149	

Çizelge 4.12.'de 5. adayın kriterler arası ikili karşılaştırma matrisi, kriterlere göre ağırlıkları ve tutarlılık oranı gösterilmiştir.

Çizelge 4. 12. Beşinci aday kriterler arası ikili karşılaştırma matrisi

	Fİ1	Fİ2	Fİ3	Fİ4	Fİ5	Fİ6	Fİ7	Fİ8	Ağırlık	Tutarlılık Oranı
Fİ1	1,000	2,000	0,500	3,000	2,000	0,500	1,000	1,000	0,145	0,0931 < 0,1 Tutarlı
Fİ2	0,500	1,000	0,500	2,000	2,000	3,000	0,500	1,000	0,129	
Fİ3	2,000	2,000	1,000	2,000	0,333	2,000	0,500	0,500	0,129	
Fİ4	0,333	0,500	0,500	1,000	0,500	1,000	0,333	0,500	0,059	
Fİ5	0,500	0,500	0,333	2,000	1,000	2,000	3,000	2,000	0,152	
Fİ6	2,000	0,333	0,500	1,000	0,500	1,000	0,333	0,500	0,081	
Fİ7	1,000	2,000	2,000	3,000	0,333	3,000	1,000	2,000	0,178	
Fİ8	1,000	1,000	2,000	2,000	0,500	2,000	0,500	1,000	0,128	

Çizelge 4.13.'de 6. adayın kriterler arası ikili karşılaştırma matrisi, kriterlere göre ağırlıkları ve tutarlılık oranı gösterilmiştir.

Çizelge 4. 13. Altıncı aday kriterler arası ikili karşılaştırma matrisi

	Fİ1	Fİ2	Fİ3	Fİ4	Fİ5	Fİ6	Fİ7	Fİ8	Ağırlık	Tutarlılık Oranı
Fİ1	1,000	2,000	2,000	3,000	2,000	2,000	0,500	1,000	0,163	0,0992 < 0,1 Tutarlı
Fİ2	0,500	1,000	0,500	2,000	2,000	3,000	0,500	1,000	0,119	
Fİ3	0,500	2,000	1,000	2,000	3,000	2,000	0,500	0,500	0,137	
Fİ4	0,333	0,500	0,500	1,000	0,500	1,000	0,333	0,500	0,056	
Fİ5	0,500	0,500	0,333	2,000	1,000	2,000	3,000	2,000	0,151	
Fİ6	0,500	0,333	0,500	1,000	0,500	1,000	0,333	0,500	0,057	
Fİ7	2,000	2,000	2,000	3,000	0,333	3,000	1,000	2,000	0,194	
Fİ8	1,000	1,000	2,000	2,000	0,500	2,000	0,500	1,000	0,123	

Adayların her biri için ikili karşılaştırma matrislerinin çözümü sonucunda elde edilen ağırlık değerlerinden oluşan matris Çizelge 4.14.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4. 14. Adayların kriterler bazında ağırlık değerleri

	Fİ1	Fİ2	Fİ3	Fİ4	Fİ5	Fİ6	Fİ7	Fİ8
(A ₁)	0,0780	0,1510	0,1700	0,0850	0,1650	0,0580	0,1600	0,1320
(A ₂)	0,1980	0,0970	0,1440	0,0640	0,1010	0,0890	0,1730	0,1340
(A ₃)	0,0880	0,1380	0,1750	0,0850	0,1870	0,0580	0,1540	0,1160
(A ₄)	0,1230	0,1440	0,1150	0,0930	0,1960	0,0600	0,1200	0,1490
(A ₅)	0,1450	0,1290	0,1290	0,0590	0,1520	0,0810	0,1780	0,1280
(A ₆)	0,1630	0,1190	0,1370	0,0560	0,1510	0,0570	0,1940	0,1230

Çizelge 4.14.'de bulunan ağırlık değerleri ile Çizelge 4.7.'deki kriterler için ağırlık değerleri çarpıldığı zaman ortaya çıkan matristeki değerler personel seçimi problemi için AAS yöntemi ile elde edilecek sonuçlardır. Çizelge 4.15.'de AAS yönteminin sonuçları görülmektedir.

Çizelge 4. 15. AAS yöntemi personel seçimi problemi çözüm matrisi

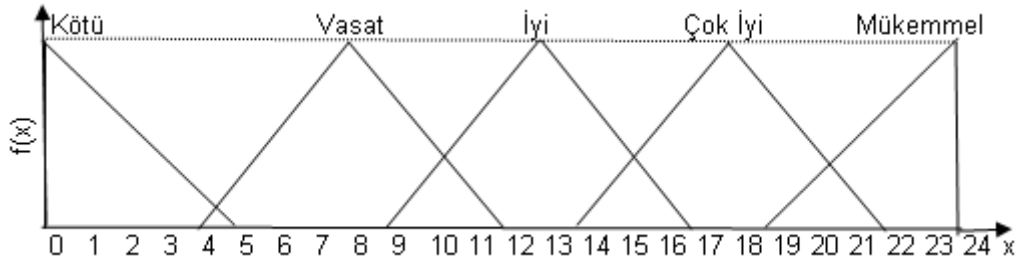
1. Aday	0.1315
2. Aday	0.1361
3. Aday	0.1314
4. Aday	0.1251
5. Aday	0.1311
6. Aday	0.1337

Tecrübe, yabancı dil, yazılı ve sözlü iletişim, bilgisayar bilgisi, takım oyunculuğu, stratejik düşünme, değişik birimlerde çalışabilme, referans kriterleri göz önüne alınarak her aday için yapılan değerlendirmeler sonucunda AAS yöntemi ile elde edilen sonuçlara bakıldığında 2. aday en uygun personel olarak seçilmiştir.

4.5. Bulanık Aksiyomatik Tasarım (AT) ile Personel Seçimi

Aksiyomatik tasarımın Bilgi Aksiyomunu uygulamak için öncelikle Aksiyomatik Tasarımın Bağımsızlık Aksiyomunun sağlanması gerekir. Bu çalışmada alternatifler için sağlanması gereken fonksiyonel ihtiyaçlar birbirinden bağımsızdır. Her bir alternatifin sahip olduğu bilgi içeriğinin hesaplanabilmesi için fonksiyonel ihtiyaçların (Fİ) tasarım aralıklarının belirlenmesi gerekir. İşletmenin fonksiyonel ihtiyaçlar için belirlenen tasarım aralıkları (kısıtlar) ve adayların gerçekleştirdikleri sistem aralıkları Çizelge 4.16’da verilmiştir.

Çizelge 4.16.’da görüldüğü gibi, bazı kriterler sayısal olarak ifade edilemediği için dilsel değişkenler kullanılmıştır. Bu kriterlerin sayısal verilere dönüştürülmesi için Şekil 4.5.’de verilen dilsel değişkenlerin üyelik fonksiyonları kullanılmıştır. Buna göre; aday “kötü” ile ifade ediliyorsa (0, 0, 5) değerini, “vasat” ile ifade ediliyorsa (4, 8,12) değerini, “iyi” ile ifade ediliyorsa (9, 13, 17) değerini, “çok iyi” ile ifade ediliyorsa (14, 18, 22) değerini, “mükemmel” ile ifade ediliyorsa (19, 24, 24) değerini alacaktır.



Şekil 4. 5. Sayısal olmayan kriterler için üçgensel bulanık sayılar

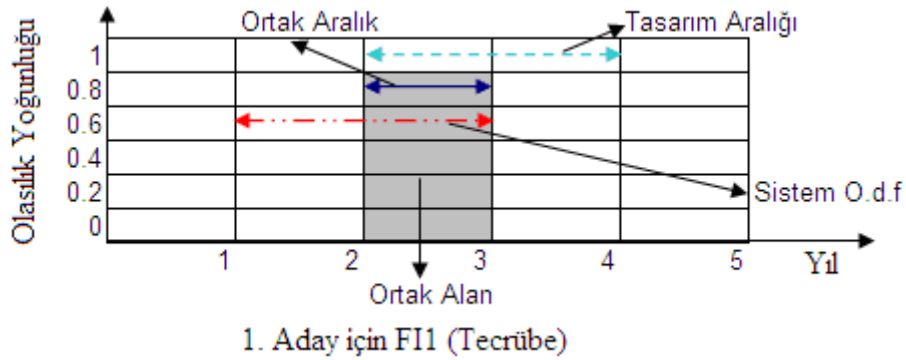
Çizelge 4. 16. İşletmenin belirlediği tasarım aralığı ve adayların sistem aralık verileri

Kriterler		Birim	Firma İsteği	1. Aday	2. Aday	3. Aday	4. Aday	5. Aday	6. Aday
			Tasarım Aralığı	Sistem Aralıkları					
1	Tecrübe	Yıl	2-4	1-3	3-4	1-5	2-6	1-4	2-3
2	Yabancı Dil	Sayı	1-3	1-2	2-4	2-3	1-5	2-5	1-4
3	Yazılı ve Sözlü İletişim	Dilsel	(16,19,24)	Çok iyi	İyi	Mükemmel	İyi	İyi	Çok İyi
4	Bilgisayar Bilgisi	Dilsel	(10,18,24)	Mükemmel	Vasat	Çok İyi	İyi	Çok İyi	Mükemmel
5	Takım Oyunculuğu	Dilsel	(11,17,24)	İyi	Çok İyi	İyi	Çok İyi	Mükemmel	Vasat
6	Stratejik Düşünme	Dilsel	(8,15,24)	İyi	Mükemmel	Vasat	Mükemmel	İyi	Çok İyi
7	Değişik Birimlerde Çalışma	Dilsel	(9,20,24)	Vasat	Çok İyi	İyi	Vasat	Mükemmel	Mükemmel
8	Referans	Dilsel	(12,18,24)	Mükemmel	Çok İyi	İyi	Çok İyi	İyi	Çok İyi

4.5.1. Adayların fonksiyonel ihtiyaçlara (kriter) göre bilgi içeriklerinin hesaplanması

Personel seçim modelindeki her Fİ için bilgi içerikleri Eş.3.9 ve Eş.3.16 kullanılarak hesaplanır ve Eş.3.15 ile adaylara ait toplam bilgi içerikleri elde edilir. Bilgi içeriklerinin hesaplanmasında sayısal olarak değerlendirilemeyen kriterler için üçgensel bulanık sayılar kullanılmıştır.

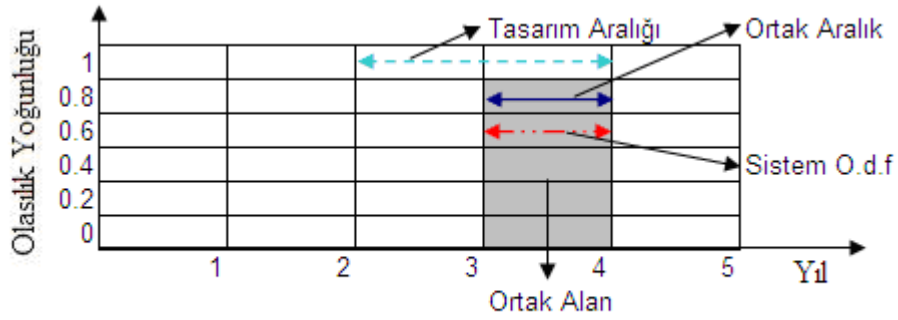
Tecrübe kriteri (Fİ1) için tasarım aralığının 2 ile 4 yıl arasında uniform dağılıma sahip olduğu durumda adaylara ait sistem, tasarım ve ortak aralıkları sırasıyla Şekil 4.6 - Şekil 4.11'de gösterilmiştir. Tecrübe nicel bir değer olduğu ve doğrusal aralıkla ifade edildiği uniform olasılık yoğunluk fonksiyonu kullanılmıştır.



Şekil 4. 6. Birinci adayın Tecrübe kriteri için sistem tasarım ve ortak aralıkları

$$I_{A11} = \log_2 \left(\frac{3-1}{3-2} \right) = \log_2(2) = 1,00$$

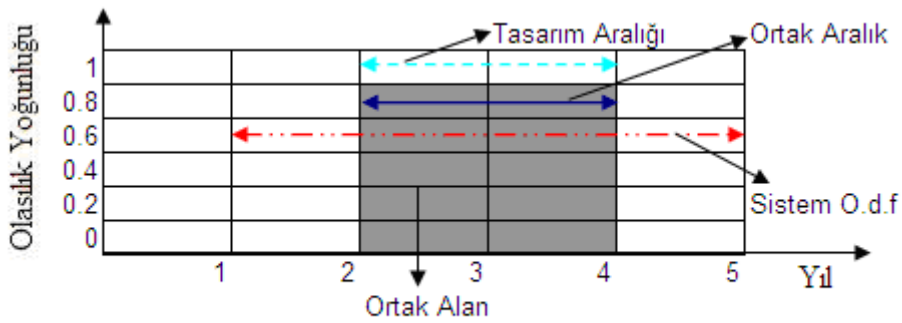
Birinci adayın sistem olasılık dağılım fonksiyonu 1 ile 3 değerleri arasındadır. Buradan tasarım aralığı ile sistem aralığı arasındaki kesişim bölgesi olan ortak aralık 2 ile 3 aralığını kapsar. Birinci aday tecrübe kriteri için bilgi içeriği (I_{A11}) Eş 3.9'dan yukarıdaki hesaplama sonucu elde edilir. Sistem aralığı ile tasarım aralığı arasındaki kesişim aralığı arttıkça bilgi içeriği de azalmaktadır.



2. Aday için Fİ1 (Tecrübe)

Şekil 4. 7. İkinci adayın Tecrübe kriteri için sistem tasarım ve ortak aralıkları

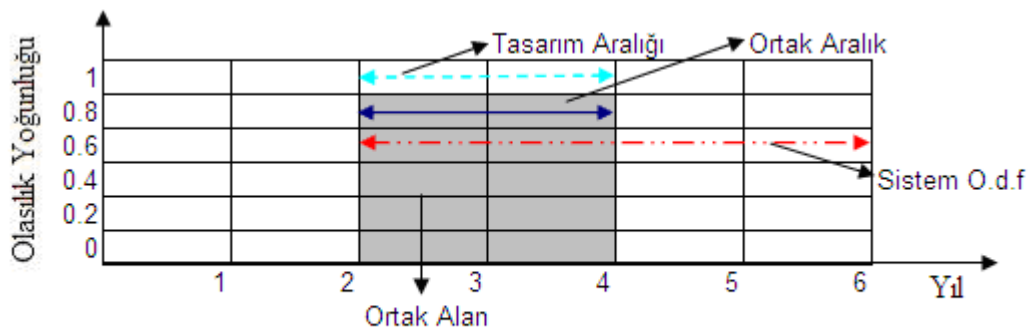
$$I_{A21} = \log_2 \left(\frac{4-3}{4-3} \right) = \log_2(1) = 0$$



3. Aday için Fİ1 (Tecrübe)

Şekil 4. 8. Üçüncü adayın Tecrübe kriteri için sistem tasarım ve ortak aralıkları

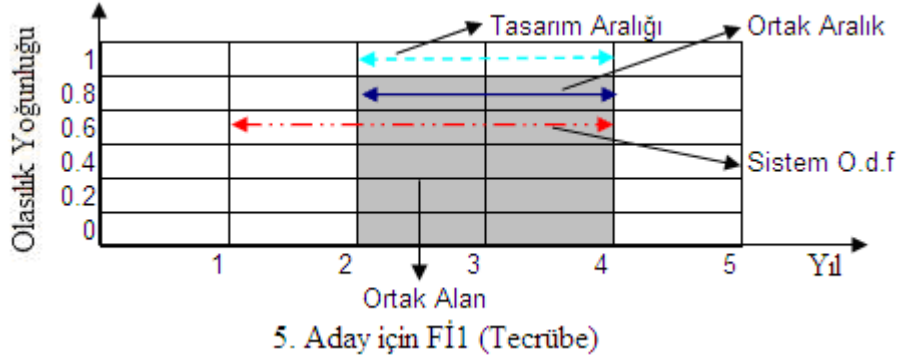
$$I_{A31} = \log_2 \left(\frac{5-1}{4-2} \right) = \log_2(2) = 1$$



4. Aday için Fİ1 (Tecrübe)

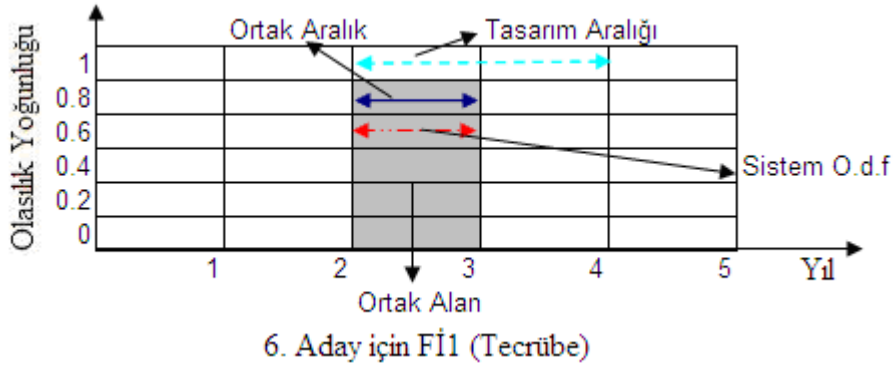
Şekil 4. 9. Dördüncü adayın Tecrübe kriteri için sistem tasarım ve ortak aralıkları

$$I_{A41} = \log_2\left(\frac{6-2}{4-2}\right) = \log_2(4) = 2$$



Şekil 4. 10. Beşinci adayın Tecrübe kriteri için sistem tasarım ve ortak aralıkları

$$I_{A51} = \log_2\left(\frac{4-1}{4-2}\right) = \log_2(3/2) = 0,58$$

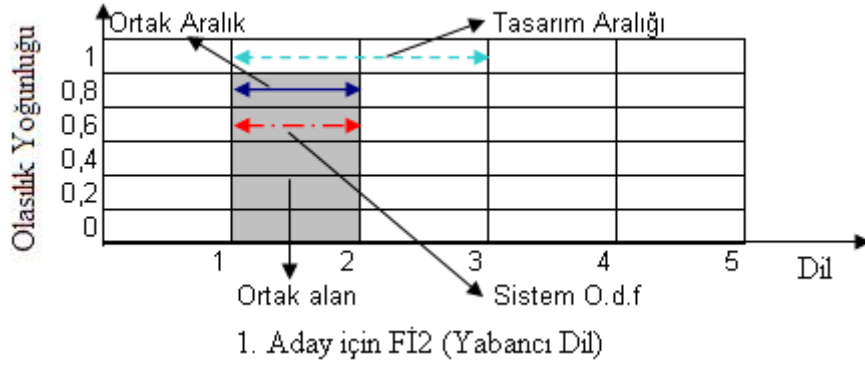


Şekil 4. 11. Altıncı adayın Tecrübe kriteri için sistem tasarım ve ortak aralıkları

$$I_{A61} = \log_2\left(\frac{3-2}{3-2}\right) = \log_2(1) = 0$$

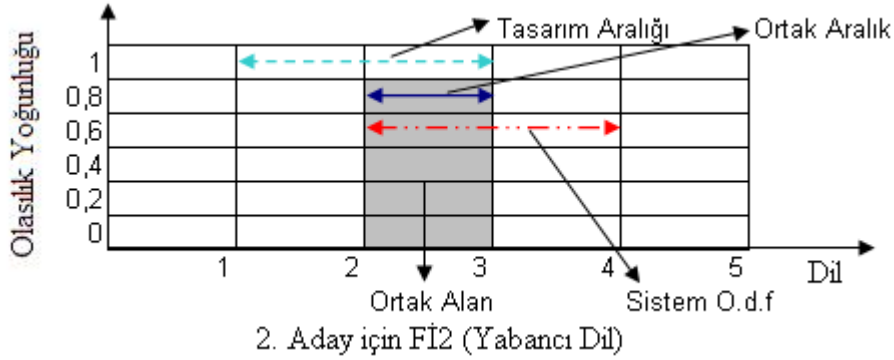
İkinci aday ve 6. Adayın tecrübe kriteri için gerçekleştirdiği sistem aralığı ile ortak aralık aynıdır. Bundan dolayı bilgi içeriği istenen ideal değer yani 0'a eşittir. Bütün adaylar için elde edilen sonuçlara baktığımızda "Tecrübe" kriteri (Fİ1) için en iyi değeri minimum bilgi içerikleri sıfıra eşit olduğu için 2. Aday ve 6. Aday sağlamıştır.

Yabancı dil kriteri (Fİ2) için tasarım aralığının 1 ile 3 dil arasında uniform dağılıma sahip olduğu durumda adaylara ait sistem, tasarım ve ortak aralıkları sırasıyla Şekil 4.12 - Şekil 4.17'de gösterilmiştir. Yabancı dil nicel bir değer olduğu ve doğrusal aralıkla ifade edildiği uniform olasılık yoğunluk fonksiyonu kullanılmıştır.



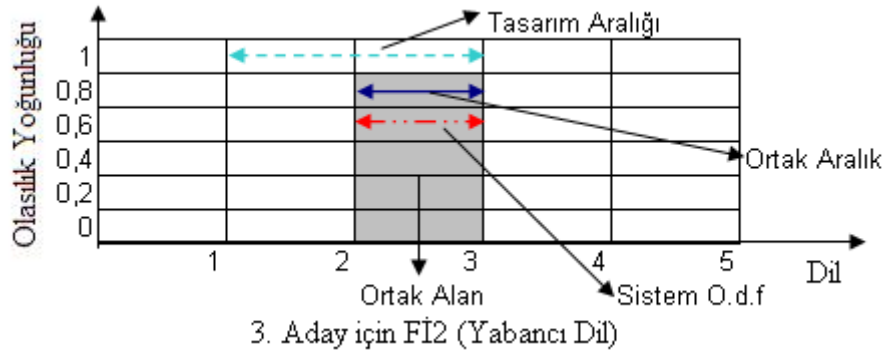
Şekil 4. 12. Birinci adayın Yabancı Dil kriteri için sistem tasarım ve ortak aralıkları

$$I_{A12} = \log_2 \left(\frac{2-1}{2-1} \right) = \log_2(1) = 0$$



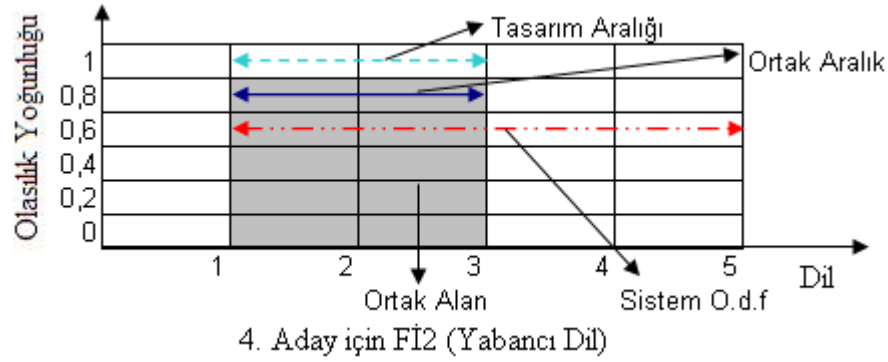
Şekil 4. 13. İkinci adayın Yabancı Dil kriteri için sistem tasarım ve ortak aralıkları

$$I_{A22} = \log_2 \left(\frac{4-2}{3-2} \right) = \log_2(2) = 1,00$$



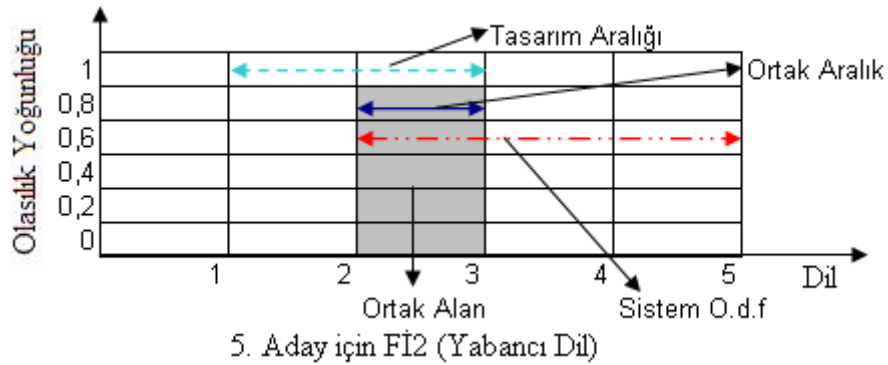
Şekil 4. 14. Üçüncü adayın Yabancı Dil kriteri için sistem tasarım ve ortak aralıkları

$$I_{A32} = \log_2 \left(\frac{3-2}{3-2} \right) = \log_2(1) = 0$$



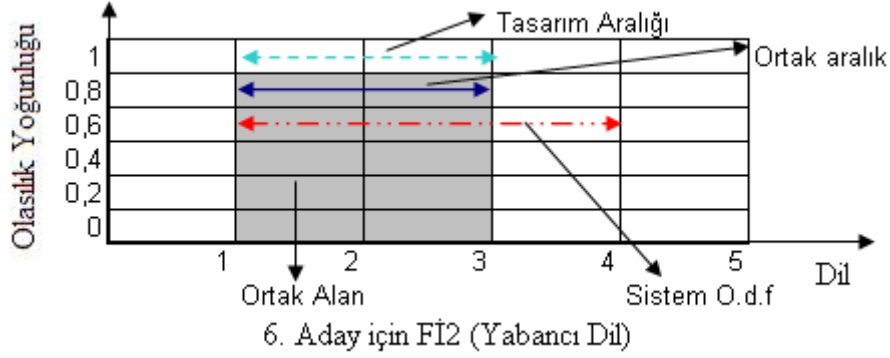
Şekil 4. 15. Dördüncü adayın Yabancı Dil kriteri için sistem tasarım ve ortak aralıkları

$$I_{A42} = \log_2 \left(\frac{5-1}{3-1} \right) = \log_2(2) = 1$$



Şekil 4. 16. Beşinci adayın Yabancı Dil kriteri için sistem tasarım ve ortak aralıkları

$$I_{A52} = \log_2\left(\frac{5-2}{3-2}\right) = \log_2(3) = 1,58$$



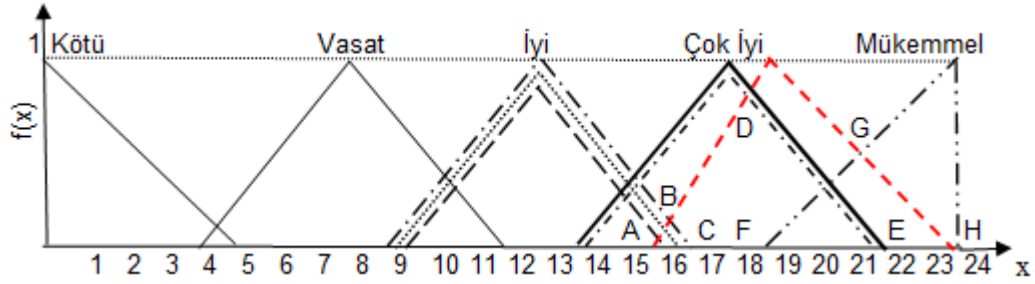
Şekil 4. 17. Altıncı adayın Yabancı Dil kriteri için sistem tasarım ve ortak aralıkları

$$I_{A62} = \log_2\left(\frac{4-1}{3-1}\right) = \log_2(3/2) = 0,58$$

Birinci aday ve 3. Adayın yabancı dil kriteri için gerçekleştirdiği sistem aralığı ile ortak aralık aynıdır. Bundan dolayı bilgi içeriği olması istenen ideal değer yani 0'a eşittir. Bütün adaylar için elde edilen sonuçlara baktığımızda “Yabancı Dil” kriteri (Fİ2) için en iyi değeri minimum bilgi içerikleri sıfıra eşit olduğu için 1. Aday ve 3. Aday sağlamıştır.

“Yazılı ve Sözlü İletişim” kriteri (Fİ3) ve bunun gibi nicel olarak ifade edilemeyen kriterler değerlendirilirken tasarım ve sistem aralıkları dilsel değişkenlerle ifade edilmiştir. Bu dilsel değişkenleri sayısal form haline getirerek hesaplamaların yapılabilmesi için üçgensel bulanık sayılar kullanılmıştır. Şekil 4.18’de firmanın “Yazılı ve Sözlü İletişim” kriteri (Fİ3) için tasarım aralığının (16,19,24) üçgensel bulanık fonksiyonuyla ifade edildiği durumda adaylar için tasarım, sistem ve ortak alanları gösterilmiştir. Fİ3 için 3. adayın gerçekleştirdiği sistem alanı “mükemmel” ile ifade edilirken aldığı bulanık üyelik fonksiyonu değeri (19,24,24), 1. adayın ve 6. adayın gerçekleştirdikleri sistem alanı “çok iyi” ile ifade edilirken aldığı bulanık üyelik fonksiyonu değeri (14,18,22), 2. adayın, 4. adayın ve 5. adayın gerçekleştirdikleri sistem alanı “iyi” ile ifade edilirken aldığı bulanık üyelik

fonksiyonu değeri (9,13,17)'dir. ABC üçgeninin alanı, 2., 4. ve 5. adayların sistem alanı ile tasarım alanı arasındaki kesişim noktası olup ortak alanı ifade etmektedir. 1.ve 6. adaylar için ortak alan ADE üçgeni olarak tanımlanırken, FGH üçgeni de 1. ve 3. adayın ortak alanını ifade etmektedir.



Şekil 4. 18. Tüm adayların yazılı ve sözlü iletişim kriteri için sistem, tasarım ve ortak aralıkları

$Fİ_3$ Tasarım aralığı: (16,19,24)

A(16;0), B(112/7;1/7), C(17;0), D(127/7;5/7), E(22,0), G(43/2;1/2), H(24;0)

$$A\left(\overset{\Delta}{ABC}\right) = (17-16) \cdot (1/7) \cdot 1/2 = 0,07 \text{ } br^2 \text{ (2,4 ve 5. Aday ortak alan)}$$

$$A\left(\overset{\Delta}{ADE}\right) = (22-16) \cdot (5/7) \cdot 1/2 = 2,13 \text{ } br^2 \text{ (1. ve 6. Aday ortak alan)}$$

$$A\left(\overset{\Delta}{FGH}\right) = (24-19) \cdot (1/2) \cdot 1/2 = 1,25 \text{ } br^2 \text{ (3. Aday ortak alan)}$$

$$A\left(\overset{\Delta}{İyi}\right) = (17-9) \cdot 1 \cdot 1/2 = 4 \text{ } br^2 \text{ (2,4 ve 5. Aday sistem alanı)}$$

$$A\left(\overset{\Delta}{Çokiyi}\right) = (22-14) \cdot 1 \cdot 1/2 = 4 \text{ } br^2 \text{ (1. ve 6. Aday sistem alanı)}$$

$$A\left(\overset{\Delta}{Mükemmel}\right) = (24-19) \cdot 1 \cdot 1/2 = 2,5 \text{ } br^2 \text{ (3. Aday sistem alanı)}$$

$$p_{A23} = p_{A43} = p_{A53} = \frac{A(\overset{\Delta}{ABC})}{A(\overset{\Delta}{İyi})} = \frac{0,07}{4} = 0,0175$$

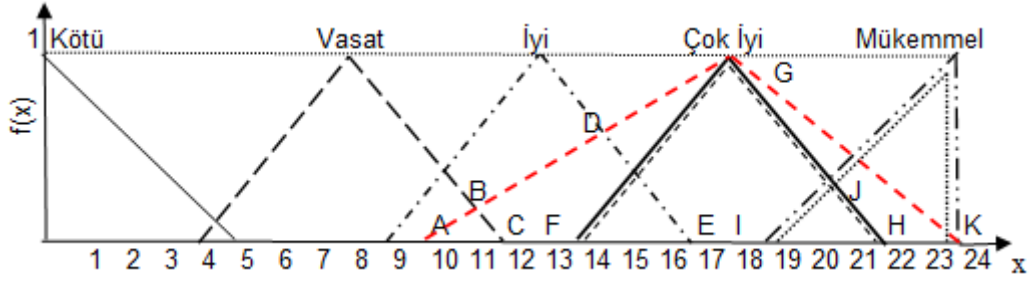
$$I_{A23} = I_{A43} = I_{A53} = \log_2 \left(\frac{4}{0,07} \right) = 5,83$$

$$p_{A13} = p_{A63} = \frac{A(\overset{\Delta}{ADE})}{A(\overset{\Delta}{Çokiyi})} = \frac{2,13}{4} = 0,5325 \quad I_{A13} = I_{A63} = \log_2 \left(\frac{4}{2,13} \right) = 0,91$$

$$p_{A33} = \frac{A(\overset{\Delta}{FGH})}{A(\overset{\Delta}{Mükemmel})} = \frac{1,25}{2,5} = 0,5 \quad I_{A33} = \log_2 \left(\frac{2,5}{1,25} \right) = 1$$

“Yazılı ve sözlü iletişim” kriteri (Fİ3) için yapılan hesaplamalar incelendiğinde 1. ve 6. aday sistem alanı ile tasarım alanı arasında daha fazla ortak alan olduğu için 1. ve 6. aday daha küçük bilgi içeriği değerine sahiptir.

Bilgisayar Bilgisi kriteri (Fİ4) için tasarım aralığının (10,18,24) üçgensel bulanık fonksiyonuyla ifade edildiği durumda adaylar için tasarım, sistem ve ortak alanları Şekil 4.19’da gösterilmiştir. (Fİ4) için 1. ve 6. adayın gerçekleştirdiği sistem alanı “mükemmel” ile ifade edilirken aldığı üçgensel bulanık üyelik fonksiyon değeri (19,24,24), 3. ve 5. adayın gerçekleştirdiği sistem alanı “çok iyi” ile ifade edilirken aldığı üçgensel bulanık üyelik fonksiyon değeri (14,18,22), 4. adayın gerçekleştirdiği sistem alanı “iyi” ile ifade edilirken aldığı üçgensel bulanık üyelik fonksiyon değeri (9,13,17), 2. adayın gerçekleştirdiği sistem alanı “vasat” ile ifade edilirken aldığı üçgensel bulanık üyelik fonksiyon değeri (4,8,12)’dir. ABC üçgeninin alanı, 2. adayın sistem alanı ile tasarım alanı arasındaki kesişim noktası olup ortak alanı ifade etmektedir. 4. aday için ortak alan ADE üçgeni, 3. ve 5. adaylar için ortak alan FGH üçgeni olarak tanımlanırken, IJK üçgeni de 1. ve 6. adayın ortak alanını ifade etmektedir.



Şekil 4. 19. Tüm adayların bilgisayar bilgisi kriteri için sistem, tasarım ve ortak aralıkları

FJ_4 Tasarım aralığı: (10,18,24)

A(10;0), B(68/6;1/6), C(12,0), D(176/12,7/12), E(17;0), F(14,0), G(18,1), H(22,0),

J(176/11;5/11), K(24;0)

$$A\left(\overset{\Delta}{ABC}\right) = (12-10) \cdot (1/6) \cdot 1/2 = 0,16 \text{ } br^2 \text{ (2. Aday ortak alan)}$$

$$A\left(\overset{\Delta}{ADE}\right) = (17-10) \cdot (7/12) \cdot 1/2 = 2,03 \text{ } br^2 \text{ (4. Aday ortak alan)}$$

$$A\left(\overset{\Delta}{FGH}\right) = (22-14) \cdot (1/2) \cdot 1 = 4 \text{ } br^2 \text{ (3.ve 5. Aday ortak alan)}$$

$$A\left(\overset{\Delta}{JK}\right) = (24-19) \cdot (5/11) \cdot 1/2 = 1,13 \text{ } br^2 \text{ (1.ve 6. Aday ortak alan)}$$

$$A\left(\overset{\Delta}{Vasat}\right) = (12-4) \cdot 1/2 \cdot 1 = 4 \text{ } br^2 \text{ (2. Aday sistem alanı)}$$

$$A\left(\overset{\Delta}{İyi}\right) = (17-9) \cdot 1/2 \cdot 1 = 4 \text{ } br^2 \text{ (4. Aday sistem alanı)}$$

$$A\left(\overset{\Delta}{Çokiyi}\right) = (22-14) \cdot 1/2 \cdot 1 = 4 \text{ } br^2 \text{ (3. ve 5. Aday sistem alanı)}$$

$$A\left(\overset{\Delta}{\text{Mükemmel}}\right) = (24-19)*1/2*1 = 2,5 \text{ br}^2 \text{ (1. ve 6. Aday sistem alanı)}$$

$$p_{A24} = \frac{A\left(\overset{\Delta}{ABC}\right)}{A\left(\overset{\Delta}{Vasat}\right)} = \frac{0,16}{4} = 0,04 \quad I_{A24} = \log_2\left(\frac{4}{0,16}\right) = 4,64$$

$$p_{A44} = \frac{A\left(\overset{\Delta}{ADE}\right)}{A\left(\overset{\Delta}{İyi}\right)} = \frac{2,03}{4} = 0,51 \quad I_{A44} = \log_2\left(\frac{4}{2,03}\right) = 0,97$$

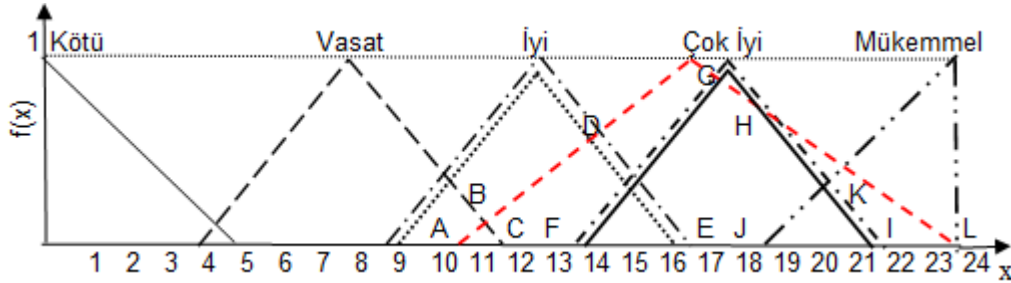
$$p_{A34} = p_{A54} = \frac{A\left(\overset{\Delta}{FGH}\right)}{A\left(\overset{\Delta}{Çokiyi}\right)} = \frac{4}{4} = 1 \quad I_{A34} = I_{A54} = \log_2\left(\frac{4}{4}\right) = 0$$

$$p_{A14} = p_{A64} = \frac{A\left(\overset{\Delta}{JK}\right)}{A\left(\overset{\Delta}{Mükemmel}\right)} = \frac{1,13}{2,5} = 0,45 \quad I_{A14} = I_{A64} = \log_2\left(\frac{2,5}{1,13}\right) = 1,15$$

“Bilgisayar Bilgisi” kriteri (Fİ4) için yapılan hesaplamalar incelendiğinde 3. ve 5. aday sistem alanı ile tasarım alanı arasında daha fazla ortak alan olduğu için 3. ve 5. aday daha küçük bilgi içeriği değerine sahiptir.

Takım Oyunculuğu kriteri (Fİ5) için tasarım aralığının (11,17,24) üçgensel bulanık fonksiyonuyla ifade edildiği durumda adaylar için tasarım, sistem ve ortak alanları Şekil 4.20’de gösterilmiştir. (Fİ5) için 5. adayın gerçekleştirdiği sistem alanı “mükemmel” ile ifade edilirken aldığı üçgensel bulanık üyelik fonksiyon değeri (19,24,24), 2. ve 4. adayın gerçekleştirdiği sistem alanı “çok iyi” ile ifade edilirken aldığı üçgensel bulanık üyelik fonksiyon değeri (14,18,22), 1.ve 3. adayın gerçekleştirdiği sistem alanı “iyi” ile ifade edilirken aldığı üçgensel bulanık üyelik fonksiyon değeri (9,13,17), 6. adayın gerçekleştirdiği sistem alanı “vasat” ile ifade edilirken aldığı üçgensel bulanık üyelik fonksiyon değeri (4,8,12)’dir. ABC üçgeninin alanı, 6. adayın sistem alanı ile tasarım alanı arasındaki kesişim noktası olup ortak alanı ifade etmektedir. 1. ve 3. aday için ortak alan ADE üçgeni, 2. ve 4.

adaylar için ortak alan FGHI yamuksal olarak tanımlanırken, JKL üçgeni de 5. adayın ortak alanını ifade etmektedir.



Şekil 4. 20. Tüm adayların takım oyunculuğu kriteri için sistem, tasarım ve ortak aralıkları

FI_5 Tasarım aralığı: (11,17,24)

A(11;0), B(116/10;1/10), C(12;0), D(73/5;3/5), E(17;0), F(14;0), G(194/11;10/11),

H(58/3;2/3), I(22;0),J(19;0), K(62/3;1/3),L(24;0)

$$A(\hat{ABC}) = (12-11) \cdot (1/10) \cdot 1/2 = 0,05 \text{ } br^2 \text{ (6. Aday ortak alan)}$$

$$A(\hat{ADE}) = (17-11) \cdot (3/5) \cdot 1/2 = 1,8 \text{ } br^2 \text{ (1. ve 3. Aday ortak alan)}$$

$$A(\hat{FGHI}) = 1/2[(194/11-14) \cdot (10/11) + (10/11+2/3) \cdot (58/3-194/11) + (22-58/3) \cdot (2/3)] = 3,87 \text{ } br^2 \text{ (2.ve 4. Aday ortak alan)}$$

$$A(\hat{JKL}) = (24-19) \cdot (5/12) \cdot 1/2 = 1,05 \text{ } br^2 \text{ (5. Aday ortak alan)}$$

$$A(\hat{Vasat}) = (12-4) \cdot 1/2 \cdot 1 = 4 \text{ } br^2 \text{ (6. Aday sistem alanı)}$$

$$A(\hat{İyi}) = (17-9) \cdot 1/2 \cdot 1 = 4 \text{ } br^2 \text{ (1. ve 3. Aday sistem alanı)}$$

$$A\left(\overset{\Delta}{\text{Çokiyi}}\right) = (22-14)*1/2*1 = 4 \text{ } br^2 \text{ (2. ve 4. Aday sistem alanı)}$$

$$A\left(\overset{\Delta}{\text{Mükemmel}}\right) = (24-19)*1/2*1 = 2,5 \text{ } br^2 \text{ (5. Aday sistem alanı)}$$

$$p_{A65} = \frac{A\left(\overset{\Delta}{ABC}\right)}{A\left(\overset{\Delta}{Vasat}\right)} = \frac{0,05}{4} = 0,013 \quad I_{A65} = \log_2\left(\frac{4}{0,05}\right) = 6,33$$

$$p_{A15} = p_{A35} = \frac{A\left(\overset{\Delta}{ADE}\right)}{A\left(\overset{\Delta}{İyi}\right)} = \frac{1,8}{4} = 0,45 \quad I_{A15} = I_{A35} = \log_2\left(\frac{4}{1,8}\right) = 1,15$$

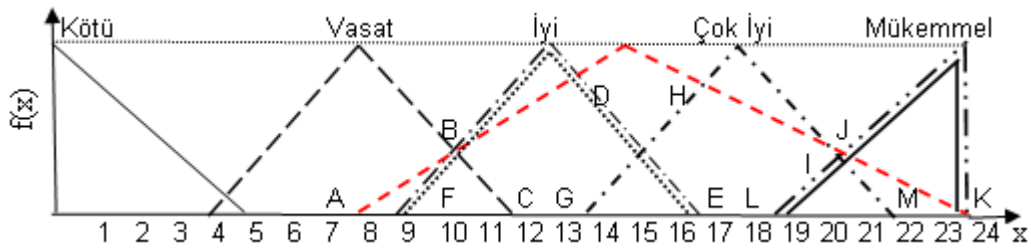
$$p_{A25} = p_{A45} = \frac{A\left(\overset{\Delta}{FGHI}\right)}{A\left(\overset{\Delta}{Çokiyi}\right)} = \frac{3,87}{4} = 0,97 \quad I_{A25} = I_{A45} = \log_2\left(\frac{4}{3,87}\right) = 0,048$$

$$p_{A55} = \frac{A\left(\overset{\Delta}{JKL}\right)}{A\left(\overset{\Delta}{Mükemmel}\right)} = \frac{1,05}{2,5} = 0,42 \quad I_{A55} = \log_2\left(\frac{2,5}{1,05}\right) = 1,25$$

“Takım Oyunculuğu” kriteri (Fİ5) için yapılan hesaplamalar incelendiğinde 2. ve 4. aday sistem alanı ile tasarım alanı arasında daha fazla ortak alan olduğu için 2. ve 4. aday daha küçük bilgi içeriği değerine sahiptir.

Stratejik Düşünme kriteri (Fİ6) için tasarım aralığının (8,15,24) üçgensel bulanık fonksiyonuyla ifade edildiği durumda adaylar için tasarım, sistem ve ortak alanları Şekil 4.21’de gösterilmiştir. (Fİ6) için 2. ve 4. adayın gerçekleştirdiği sistem alanı “mükemmel” ile ifade edilirken aldığı üçgensel bulanık üyelik fonksiyon değeri (19,24,24), 6. adayın gerçekleştirdiği sistem alanı “çok iyi” ile ifade edilirken aldığı üçgensel bulanık üyelik fonksiyon değeri (14,18,22), 1.ve 5. adayın gerçekleştirdiği

sistem alanı “iyi” ile ifade edilirken aldığı üçgensel bulanık üyelik fonksiyon değeri (9,13,17), 3. adayın gerçekleştirdiği sistem alanı “vasat” ile ifade edilirken aldığı üçgensel bulanık üyelik fonksiyon değeri (4,8,12)’dir. ABC üçgeninin alanı, 3. adayın sistem alanı ile tasarım alanı arasındaki kesişim noktası olup ortak alanı ifade etmektedir. 1. ve 5. adaylar için ortak alan FBDE, 6. aday için GHIM yamuksal olarak tanımlanırken, LJK üçgeni de 2.ve 4. adayların ortak alanını ifade etmektedir.



Şekil 4. 21. Tüm adayların stratejik düşünme kriteri için sistem, tasarım ve ortak aralıkları

FI_6 Tasarım aralığı: (8,15,24)

A(8;0), B(116/11,4/11), C(12;0), D(151/11,9/11), E(17;0), F(9;0), G(14;0),

H(222/13,10/13), I(102/5,2/5), J(241/14,5/14), K(24;0), L(19;0), M(22;0)

$$A(\hat{ABC}) = (12-8) \cdot (4/11) \cdot 1/2 = 0,72 \text{ } br^2 \text{ (3. Aday ortak alan)}$$

$$A(\hat{FBDE}) = 1/2 [(116/11-9) \cdot (4/11) + (4/11+9/11) \cdot (151/11-116/11) + (17-151/11) \cdot (9/11)] = 3,51 \text{ } br^2 \text{ (1. ve 5. Aday ortak alan)}$$

$$A(\hat{GHIM}) = 1/2 [(222/13-14) \cdot (10/13) + (10/13+2/5) \cdot (102/5-222/13) + (22-102/5) \cdot (2/5)] = 3,45 \text{ } br^2 \text{ (6. Aday ortak alan)}$$

$$A(\hat{LJK}) = (24-19) \cdot (5/14) \cdot 1/2 = 0,9 \text{ } br^2 \text{ (2. ve 4. Aday ortak alan)}$$

$$A\left(\overset{\Delta}{Vasat}\right) = (12-4)*1/2*1 = 4 \text{ } br^2 \text{ (3. Aday sistem alanı)}$$

$$A\left(\overset{\Delta}{İyi}\right) = (17-9)*1/2*1 = 4 \text{ } br^2 \text{ (1. ve 5. Aday sistem alanı)}$$

$$A\left(\overset{\Delta}{Çokiyi}\right) = (22-14)*1/2*1 = 4 \text{ } br^2 \text{ (6.Aday sistem alanı)}$$

$$A\left(\overset{\Delta}{Mükemmel}\right) = (24-19)*1/2*1 = 2,5 \text{ } br^2 \text{ (2. ve 4. Aday sistem alanı)}$$

$$p_{A36} = \frac{A\left(\overset{\Delta}{ABC}\right)}{A\left(\overset{\Delta}{Vasat}\right)} = \frac{0,72}{4} = 0,18 \quad I_{A36} = \log_2\left(\frac{4}{0,72}\right) = 2,47$$

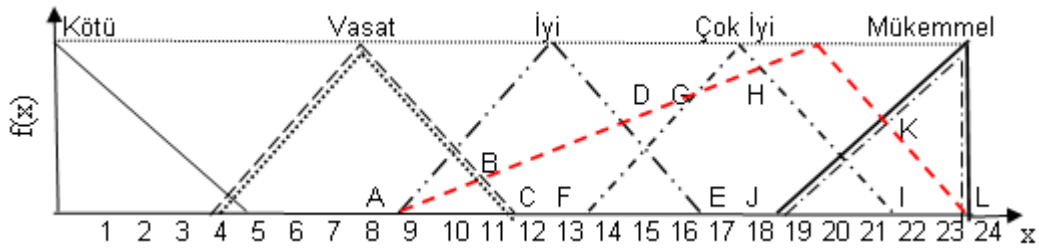
$$p_{A16} = p_{A56} = \frac{A\left(\overset{\Delta}{FBDE}\right)}{A\left(\overset{\Delta}{İyi}\right)} = \frac{3,51}{4} = 0,88 \quad I_{A16} = I_{A56} = \log_2\left(\frac{4}{3,51}\right) = 0,19$$

$$p_{A66} = \frac{A\left(\overset{\Delta}{GHIM}\right)}{A\left(\overset{\Delta}{Çokiyi}\right)} = \frac{3,45}{4} = 0,86 \quad I_{A66} = \log_2\left(\frac{4}{3,45}\right) = 0,21$$

$$p_{A26} = p_{A46} = \frac{A\left(\overset{\Delta}{LJK}\right)}{A\left(\overset{\Delta}{Mükemmel}\right)} = \frac{0,9}{2,5} = 0,36 \quad I_{A26} = I_{A46} = \log_2\left(\frac{2,5}{0,9}\right) = 1,47$$

“Stratejik Düşünme” kriteri (Fİ6) için yapılan hesaplamalar incelendiğinde 1. ve 5. aday sistem alanı ile tasarım alanı arasında daha fazla ortak alan olduğu için 1. ve 5. aday daha küçük bilgi içeriği değerine sahiptir.

Değişik birimlerde çalışma kriteri (Fİ7) için tasarım aralığının (9,20,24) üçgensel bulanık fonksiyonuyla ifade edildiği durumda adaylar için tasarım, sistem ve ortak alanları Şekil 4.22’de gösterilmiştir. (Fİ7) için 5. ve 6. adayın gerçekleştirdiği sistem alanı “mükemmel” ile ifade edilirken aldığı üçgensel bulanık üyelik fonksiyon değeri (19,24,24), 2. adayın gerçekleştirdiği sistem alanı “çok iyi” ile ifade edilirken aldığı üçgensel bulanık üyelik fonksiyon değeri (14,18,22), 3. adayın gerçekleştirdiği sistem alanı “iyi” ile ifade edilirken aldığı üçgensel bulanık üyelik fonksiyon değeri (9,13,17), 1. ve 4. adayın gerçekleştirdiği sistem alanı “vasat” ile ifade edilirken aldığı üçgensel bulanık üyelik fonksiyon değeri (4,8,12)’dir. ABC üçgeninin alanı, 1.ve 4. adayların sistem alanı ile tasarım alanı arasındaki kesişim noktası olup ortak alanı ifade etmektedir. 3. aday için ortak alan ADE üçgeni, 2. aday için FGHI yamuksal olarak tanımlanırken, JKL üçgeni de 2.ve 4. adayların ortak alanını ifade etmektedir.



Şekil 4. 22. Tüm adayların değişik birimlerde çalışma kriteri için sistem, tasarım ve ortak aralıkları

$F\hat{I}_7$ Tasarım aralığı: (9,20,24)

A(9;0), B(56/5;1/5), C(12;0), D(223/15;8/15), E(17;0), F(14;0), G(118/7;5/7),

H(278/15;13/15), I(22;0),J(19;0), K(196/9;5/9),L(24;0)

$$A(\hat{\Delta}_{ABC}) = (12-9) \cdot (3/15) \cdot 1/2 = 0,3 \text{ br}^2 \text{ (1. ve 4. Aday ortak alan)}$$

$$A(\hat{\Delta}_{ADE}) = (17-9) \cdot (8/15) \cdot 1/2 = 2,12 \text{ br}^2 \text{ (3. Aday ortak alan)}$$

$$A(\hat{\Delta}_{FGHI}) = 1/2[(118/7-14) \cdot (5/7) + (5/7+13/15) \cdot (278/15-118/7) +$$

$$(22-278/15)*(13/15)] = 3,84 \text{ } br^2 \text{ (2. Aday ortak alan)}$$

$$A\left(\overset{\Delta}{JKL}\right) = (24-19)*(5/9)*1/2 = 1,4 \text{ } br^2 \text{ (5. ve 6. Aday ortak alan)}$$

$$A\left(\overset{\Delta}{Vasat}\right) = (12-4)*1/2*1 = 4 \text{ } br^2 \text{ (1. ve 4. Aday sistem alanı)}$$

$$A\left(\overset{\Delta}{İyi}\right) = (17-9)*1/2*1 = 4 \text{ } br^2 \text{ (3. Aday sistem alanı)}$$

$$A\left(\overset{\Delta}{Çokiyi}\right) = (22-14)*1/2*1 = 4 \text{ } br^2 \text{ (2. Aday sistem alanı)}$$

$$A\left(\overset{\Delta}{Mükemmel}\right) = (24-19)*1/2*1 = 2,5 \text{ } br^2 \text{ (5. ve 6. Aday sistem alanı)}$$

$$p_{A17} = p_{A47} = \frac{A\left(\overset{\Delta}{ABC}\right)}{A\left(\overset{\Delta}{Vasat}\right)} = \frac{0,3}{4} = 0,075 \quad I_{A17} = I_{A47} = \log_2\left(\frac{4}{0,3}\right) = 3,74$$

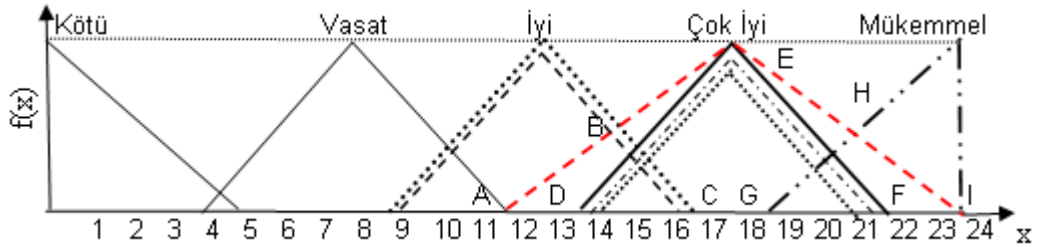
$$p_{A37} = \frac{A\left(\overset{\Delta}{ADE}\right)}{A\left(\overset{\Delta}{İyi}\right)} = \frac{2,12}{4} = 0,53 \quad I_{A37} = \log_2\left(\frac{4}{2,12}\right) = 0,92$$

$$p_{A27} = \frac{A\left(\overset{\Delta}{FGHI}\right)}{A\left(\overset{\Delta}{Çokiyi}\right)} = \frac{3,84}{4} = 0,96 \quad I_{A27} = \log_2\left(\frac{4}{3,84}\right) = 0,06$$

$$p_{A57} = p_{A67} = \frac{A\left(\overset{\Delta}{JKL}\right)}{A\left(\overset{\Delta}{Mükemmel}\right)} = \frac{1,4}{2,5} = 0,56 \quad I_{A57} = I_{A67} = \log_2\left(\frac{2,5}{1,4}\right) = 0,84$$

“Değişik Birimlerde Çalışma” kriteri (Fİ7) için yapılan hesaplamalar incelendiğinde 2. aday sistem alanı ile tasarım alanı arasında daha fazla ortak alan olduğu için 2. aday daha küçük bilgi içeriği değerine sahiptir.

“Referans” kriteri (Fİ8) için tasarım aralığının (9,20,24) üçgensel bulanık fonksiyonuyla ifade edildiği durumda adaylar için tasarım, sistem ve ortak alanları Şekil 4.23’de gösterilmiştir. Fİ8 için 1. adayın gerçekleştirdiği sistem alanı “mükemmel” ile ifade edilirken aldığı bulanık üyelik fonksiyonu değeri (19,24,24), 2. adayın, 4. adayın ve 6. adayın gerçekleştirdikleri sistem alanı “çok iyi” ile ifade edilirken aldığı bulanık üyelik fonksiyonu değeri (14,18,22), 3. adayın ve 6. adayın gerçekleştirdikleri sistem alanı “iyi” ile ifade edilirken aldığı bulanık üyelik fonksiyonu değeri (9,13,17)’dir. ABC üçgeninin alanı, 3. ve 5. adayların sistem alanı ile tasarım alanı arasındaki kesişim noktası olup ortak alanı ifade etmektedir. 2., 4. ve 6. adaylar için ortak alan DEF üçgeni olarak tanımlanırken, GHI üçgeni de 1. adayın ortak alanını ifade etmektedir.



Şekil 4. 23. Tüm adayların referans kriteri için sistem, tasarım ve ortak aralıkları

$Fİ_8$ Tasarım aralığı: (12,18,24)

A(12;0), B(150/10;5/10), C(17;0), D(14;0), E(18,1), F(22;0), G(19;0),

H(234/11;5/11), I(24;0)

$$A(\triangle_{ABC}) = (17-12) \cdot (5/10) \cdot 1/2 = 1,25 \text{ br}^2 \text{ (3 ve 5. Aday ortak alan)}$$

$$A(\triangle_{DEF}) = (22-14) \cdot (1) \cdot 1/2 = 4 \text{ br}^2 \text{ (2.,4. ve 6. Aday ortak alan)}$$

$$A\left(\overset{\Delta}{GHI}\right) = (24-19) \cdot (5/11) \cdot 1/2 = 1,125 \text{ } br^2 \text{ (1. Aday ortak alan)}$$

$$A\left(\overset{\Delta}{İyi}\right) = (17-9) \cdot 1 \cdot 1/2 = 4 \text{ } br^2 \text{ (3. ve 5. Aday sistem alanı)}$$

$$A\left(\overset{\Delta}{Çokiyi}\right) = (22-14) \cdot 1 \cdot 1/2 = 4 \text{ } br^2 \text{ (2., 4. ve 6. Aday sistem alanı)}$$

$$A\left(\overset{\Delta}{Mükemmel}\right) = (24-19) \cdot 1 \cdot 1/2 = 2,5 \text{ } br^2 \text{ (1. Aday sistem alanı)}$$

$$p_{A38} = p_{A58} = \frac{A\left(\overset{\Delta}{ABC}\right)}{A\left(\overset{\Delta}{İyi}\right)} = \frac{1,25}{4} = 0,31 \quad I_{A38} = I_{A58} = \log_2\left(\frac{4}{1,25}\right) = 1,68$$

$$p_{A28} = p_{A48} = p_{A68} = \frac{A\left(\overset{\Delta}{ADE}\right)}{A\left(\overset{\Delta}{Çokiyi}\right)} = \frac{4}{4} = 1 \quad I_{A28} = I_{A48} = I_{A68} = \log_2\left(\frac{4}{4}\right) = 0$$

$$p_{A18} = \frac{A\left(\overset{\Delta}{FGH}\right)}{A\left(\overset{\Delta}{Mükemmel}\right)} = \frac{1,125}{2,5} = 0,45 \quad I_{A18} = \log_2\left(\frac{2,5}{1,125}\right) = 1,15$$

“Referans” kriteri (Fİ8) için yapılan hesaplamalar incelendiğinde 2., 4. ve 6. aday sistem alanı ile tasarım alanı arasında daha fazla ortak alan olduğu için 2., 4. ve 6. adaylar daha küçük bilgi içeriği değerine sahiptir.

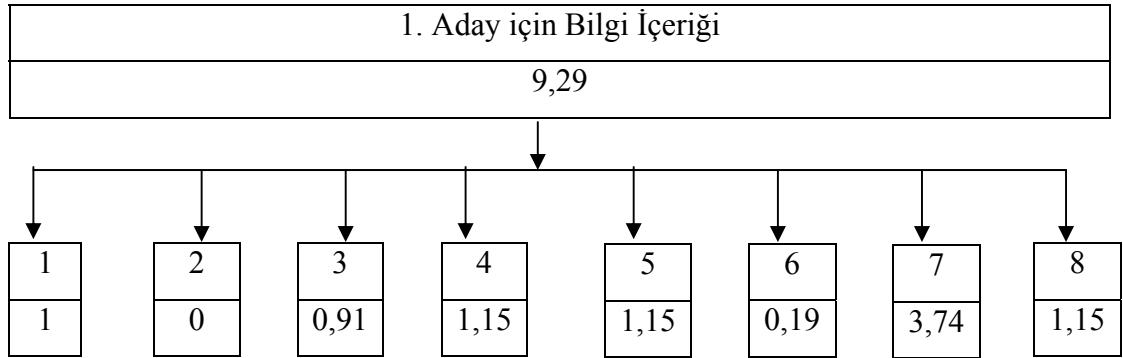
4.5.2. Birinci aday için toplam bilgi içeriğinin hesaplanması

Bölüm 4.5.1.’de Eş.3.9 ve Eş.3.16. kullanılarak 1. aday için toplam bilgi içeriği değeri elde edilir. 1. adayın fonksiyonel ihtiyaçlar için elde edilen bilgi içeriği değerleri hiyerarşik olarak Şekil 4. 24.’de gösterilmiştir.

1. aday için toplam bilgi içeriği aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$I_{A1} = I_{A11} + I_{A12} + I_{A13} + I_{A14} + I_{A15} + I_{A16} + I_{A17} + I_{A18}$$

$$I_{A1} = 1 + 0 + 0,91 + 1,15 + 1,15 + 0,19 + 3,74 + 1,15 = 9,29$$



Şekil 4. 24 . Birinci aday için toplam bilgi içeriği hiyerarşisi

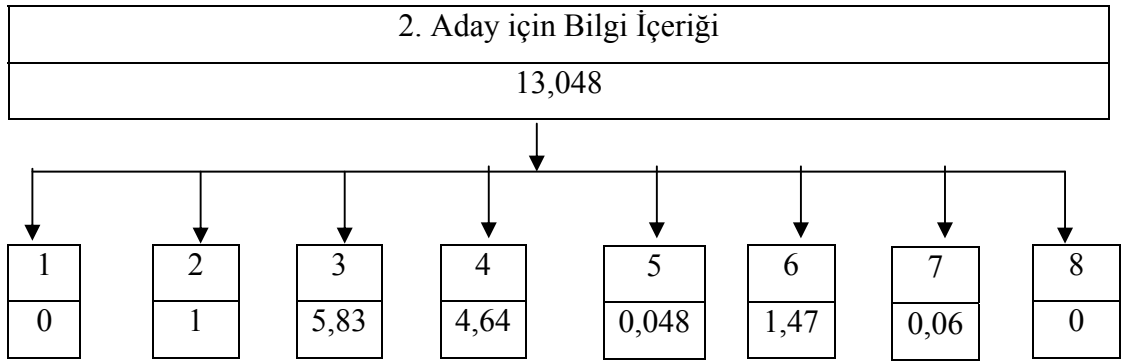
4.5.3. İkinci aday için toplam bilgi içeriğinin hesaplanması

1. adayda olduğu gibi Bölüm 4.5.1.'de Eş.3.9 ve Eş.3.16. kullanılarak 2. aday için toplam bilgi içeriği değeri elde edilir. 2. adayın fonksiyonel ihtiyaçlar için elde edilen bilgi içeriği değerleri hiyerarşik olarak Şekil 4. 25'de gösterilmiştir.

2. aday için toplam bilgi içeriği aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$I_{A2} = I_{A21} + I_{A22} + I_{A23} + I_{A24} + I_{A25} + I_{A26} + I_{A27} + I_{A28}$$

$$I_{A2} = 1 + 0 + 5,83 + 4,64 + 0,048 + 1,47 + 0,06 + 0 = 13,048$$



Şekil 4. 25. İkinci aday için toplam bilgi içeriği hiyerarşisi

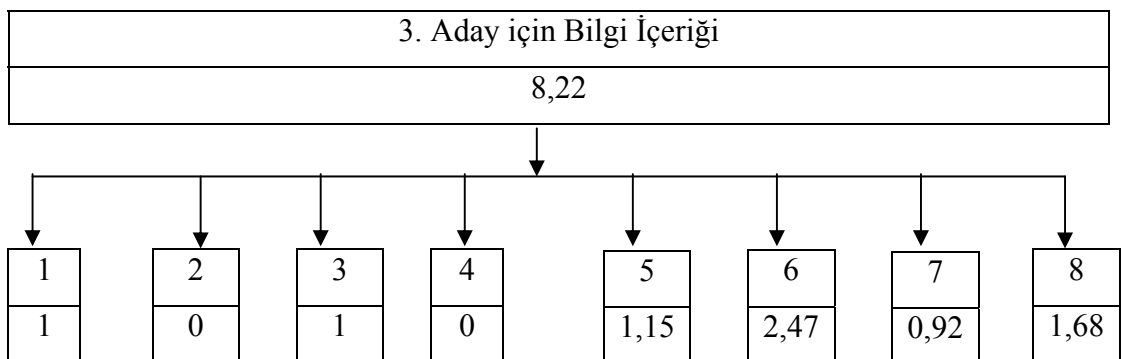
4.5.4. Üçüncü aday için toplam bilgi içeriğinin hesaplanması

1. ve 2. adayda olduğu gibi Bölüm 4.5.1.'de Eş.3.9 ve Eş.3.16. kullanılarak 3. aday için toplam bilgi içeriği değeri elde edilir. 3. adayın fonksiyonel ihtiyaçlar için elde edilen bilgi içeriği değerleri hiyerarşik olarak Şekil 4. 26'da gösterilmiştir.

3. aday için toplam bilgi içeriği aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$I_{A3} = I_{A31} + I_{A32} + I_{A33} + I_{A34} + I_{A35} + I_{A36} + I_{A37} + I_{A38}$$

$$I_{A3} = 1 + 0 + 1 + 0 + 1,15 + 2,47 + 0,92 + 1,68 = 8,22$$



Şekil 4. 26. Üçüncü aday için toplam bilgi içeriği hiyerarşisi

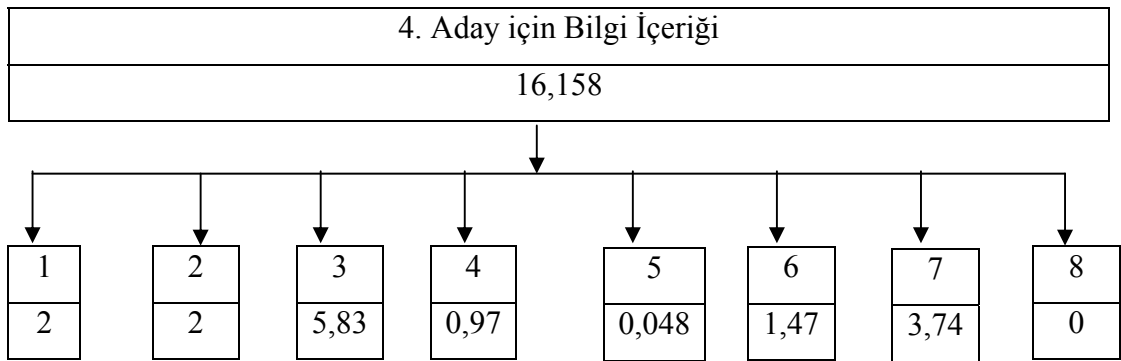
4.5.5. Dördüncü aday için toplam bilgi içeriğinin hesaplanması

1., 2. ve 3. adayda olduğu gibi Bölüm 4.5.1.'de Eş.3.9 ve Eş.3.16. kullanılarak 4. aday için toplam bilgi içeriği değeri elde edilir. 4. adayın fonksiyonel ihtiyaçlar için elde edilen bilgi içeriği değerleri hiyerarşik olarak Şekil 4. 27' de gösterilmiştir.

4. aday için toplam bilgi içeriği aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$I_{A4} = I_{A41} + I_{A42} + I_{A43} + I_{A44} + I_{A45} + I_{A46} + I_{A47} + I_{A48}$$

$$I_{A4} = 2 + 2 + 5,83 + 0,97 + 0,048 + 1,47 + 3,74 + 0 = 16,158$$



Şekil 4. 27. Dördüncü aday için toplam bilgi içeriği hiyerarşisi

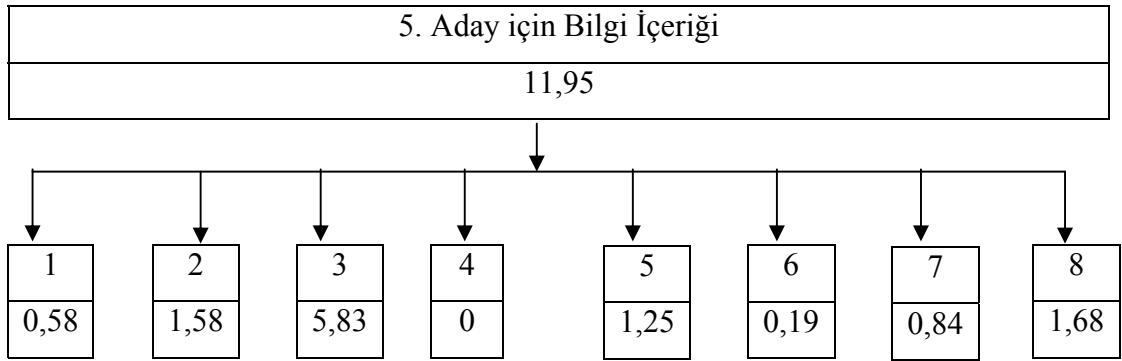
4.5.6. Beşinci aday için toplam bilgi içeriğinin hesaplanması

1., 2., 3. ve 4. adayda olduğu gibi Bölüm 4.5.1.'de Eş.3.9 ve Eş.3.16. kullanılarak 5. aday için toplam bilgi içeriği değeri elde edilir. 5. adayın fonksiyonel ihtiyaçlar için elde edilen bilgi içeriği değerleri hiyerarşik olarak Şekil 4. 28' de gösterilmiştir.

5. aday için toplam bilgi içeriği aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$I_{A5} = I_{A51} + I_{A52} + I_{A53} + I_{A54} + I_{A55} + I_{A56} + I_{A57} + I_{A58}$$

$$I_{A5} = 0,58 + 1,58 + 5,83 + 0 + 1,25 + 0,19 + 0,84 + 1,68 = 11,95$$



Şekil 4. 28. Beşinci aday için toplam bilgi içeriği hiyerarşisi

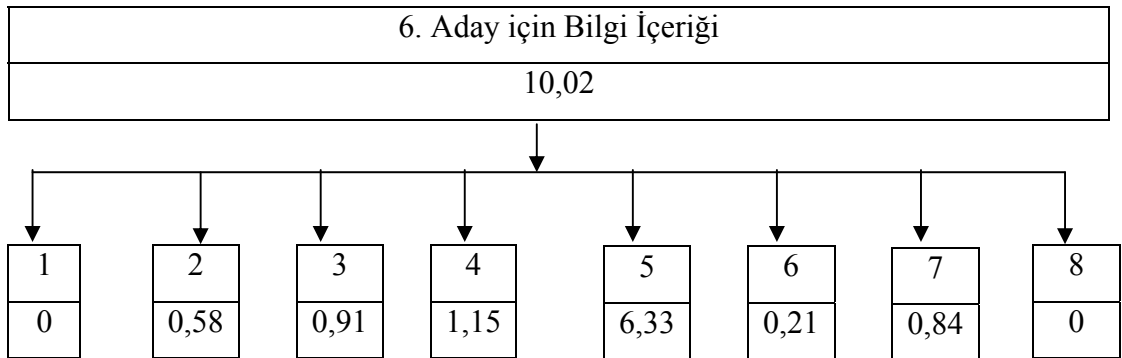
4.5.7. Altıncı aday için toplam bilgi içeriğinin hesaplanması

1., 2., 3., 4. ve 5. adayda olduğu gibi Bölüm 4.5.1.'de Eş.3.9 ve Eş.3.16. kullanılarak 6. aday için toplam bilgi içeriği değeri elde edilir. 6. adayın fonksiyonel ihtiyaçlar için elde edilen bilgi içeriği değerleri hiyerarşik olarak Şekil 4. 29'da gösterilmiştir.

6. aday için toplam bilgi içeriği aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$I_{A6} = I_{A61} + I_{A62} + I_{A63} + I_{A64} + I_{A65} + I_{A66} + I_{A67} + I_{A68}$$

$$I_{A6} = 0 + 0,58 + 0,91 + 1,15 + 6,33 + 0,21 + 0,84 + 0 = 10,02$$



Şekil 4. 29. Altıncı aday için toplam bilgi içeriği hiyerarşisi

Bulanık Aksiyomatik Tasarım yöntemi kullanılarak tecrübe, yabancı dil, yazılı ve sözlü iletişim, bilgisayar bilgisi, takım oyunculuğu, stratejik düşünme, değişik birimlerde çalışabilme, referans kriterleri göz önüne alınarak her adayın bilgi içeriği değerleri hesaplanmıştır. Bu değerler Çizelge 4.17’de gösterilmiştir. Elde edilen minimum bilgi içeriği değerlerine bakıldığı zaman, minimum bilgi içeriği değerine sahip olan 3. aday en uygun personel olarak seçilmiştir.

Çizelge 4. 17. Adayların minimum bilgi içerikleri

	Minimum Bilgi İçerikleri
1. Aday	9,29
2. Aday	13,048
3. Aday	8,22
4. Aday	16,158
5. Aday	11,95
6. Aday	10,02

4.6. Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım ile Personel Seçimi

Kullanılan kriterlerin eşit öneme sahip olmadığı önem derecelerinin birbirinden farklı olduğu durumlarda karar verme aşamasında Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım yaklaşımı kullanılabilir. Bu yaklaşımda ilk olarak kriterlerin ağırlık değerleri belirlenmiştir. Bu çalışmada Saaty tarafından önerilen 1-9 önem skalası kullanılmış ve AAS ile analiz edilerek kriterlere ilişkin ağırlık değerleri belirlenmiştir. Fonksiyonel ihtiyaçlar için AAS ile elde edilen ağırlık değerleri Çizelge 4.18’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.18.’de gösterilen Fİ’lerin ağırlık değerleri göz önüne alındığında her Fİ için bilgi içerikleri hesaplanırken Eş.3.17’den kriterlerin ağırlıklandırılmadığı durumda hesaplanmış bilgi içerikleri kullanılır. Buna göre eğer bir Fİ için hesaplanmış bilgi içeriği 0 ve 1 arasında ise bilgi içeriği değerinin, kriterin ağırlık

değerinin çarpma işlemine göre ters kuvveti alınır. Sonuçta bulunan değer ağırlıklandırılmış bilgi içeriği değeridir.

Çizelge 4. 18. Fonksiyonel ihtiyaçlar için AAS ile hesaplanan ağırlık değerleri

FONKSİYONEL İHTİYAÇLAR		AĞIRLIK
1	Tecrübe	0,1800
2	Yabancı Dil	0,1200
3	Yazılı ve Sözlü İletişim	0,2071
4	Bilgisayar Bilgisi	0,0640
5	Takım Oyunculuğu	0,0485
6	Stratejik Düşünme	0,0596
7	Değişik Birimlerde Çalışabilme	0,1900
8	Referans	0,1310

Hesaplanmış bir Fİ için bilgi içeriği değeri 1'den büyük bir değer ise, bilgi içeriği değerinin ağırlık değeri kadar kuvveti alınır. Hesaplanmış bilgi içeriği değeri 1'e eşitse ağırlık değeri bilgi içeriğine eşit alınır. 1. aday için ağırlıklı bulanık AT ile elde edilen sonuçlar Çizelge 4.19.'da gösterilmiştir.

Çizelge 4. 19. Birinci aday için Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım ile elde edilen sonuçlar

1. Aday Bilgi İçeriği	Fİ	AAS W	w	p	I	I_w (Ağırlıklı)	5,132
	1	0,1800	1	0,5	1	0,1800	
	2	0,1200	1	1	0	0	
	3	0,2071	1	0,53	0,91	0,634	
	4	0,0640	1	0,45	1,15	1,009	
	5	0,0485	1	0,45	1,15	1,006	
	6	0,0596	1	0,88	0,19	$7,89 \cdot 10^{-13}$	
	7	0,1900	1	0,075	3,74	1,285	
	8	0,1310	1	0,45	1,15	1,018	

1. adayın tecrübe, yabancı dil, yazılı ve sözlü iletişim, bilgisayar bilgisi, takım oyunculuğu, stratejik düşünme, değişik birimlerde çalışabilme, referans kriterleri için ağırlıklandırılmış bilgi içeriği aşağıda gösterildiği gibi hesaplanırken Çizelge 4.19.'daki ağırlık değerleri (w) ve bilgi içeriği (I) sütunlarındaki veriler kullanılmış ve elde edilen sonuçlar yine Çizelge 4.19.'da ağırlıklı bilgi içeriği I_w sütununda verilmiştir.

$$I_{A11} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A11}}\right) = 1,00 \text{ ise } I_{A11} = w = 0,1800 * 1 = 0,1800$$

$$I_{A12} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A12}}\right) = 0 \text{ ise } I_{A12} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A12}}\right)^{w_{12}} = 0_{0,1200} = 0$$

$$I_{A13} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A13}}\right) = 0,91 \text{ ise } I_{A13} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A13}}\right)^{w_{13}} = (0,91)_{0,2071} = 0,634$$

$$I_{A14} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A14}}\right) = 1,15 \text{ ise } I_{A14} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A14}}\right)^{0,0640} = (1,15)^{0,0640} = 1,009$$

$$I_{A15} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A15}}\right) = 1,15 \text{ ise } I_{A15} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A15}}\right)^{0,0485} = (1,15)^{0,0485} = 1,006$$

$$I_{A16} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A16}}\right) = 0,19 \text{ ise } I_{A16} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A16}}\right)^{w_{16}} = (0,19)_{0,0596} = 7,89 * 10^{-13}$$

$$I_{A17} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A17}}\right) = 3,74 \text{ ise } I_{A17} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A17}}\right)^{0,0485} = (3,74)^{0,1900} = 1,285$$

$$I_{A18} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A18}}\right) = 1,15 \text{ ise } I_{A18} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A18}}\right)^{0,1310} = (1,15)^{0,1310} = 1,018$$

1. Aday için Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım yöntemi ile elde edilen bilgi içeriği;

$$I_{A1w} = I_{A1w1} + I_{A1w2} + I_{A1w3} + I_{A1w4} + I_{A1w5} + I_{A1w6} + I_{A1w7} + I_{A1w8}$$

$$I_{A1w} = 0,1800 + 0 + 0,634 + 1,009 + 1,006 + 7,89 * 10^{-13} + 1,285 + 1,018 = 5,132$$

Çizelge 4. 20. İkinci aday için Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım ile elde edilen sonuçlar

2. Aday Bilgi İçeriği	Fİ	AAS W	w	p	I	I_w (Ağırlıklı)	3,69
	1	0,1800	1	1	0	0	
	2	0,1200	1	0,5	1	0,1200	
	3	0,2071	1	0,018	5,83	1,441	
	4	0,0640	1	0,04	4,64	1,103	
	5	0,0485	1	0,97	0,048	$6,42 * 10^{-28}$	
	6	0,0596	1	0,36	1,47	1,0232	
	7	0,1900	1	0,96	0,06	$3,74 * 10^{-7}$	
	8	0,1310	1	1	0	0	

2. adayın tecrübe, yabancı dil, yazılı ve sözlü iletişim, bilgisayar bilgisi, takım oyunculuğu, stratejik düşünme, değişik birimlerde çalışabilme, referans kriterleri için ağırlıklandırılmış bilgi içeriği hesaplaması da 1. adayda yapılan hesaplamalar gibidir. 2. aday için ağırlıklı bulanık AT ile elde edilen sonuçlar Çizelge 4.20.'de gösterilmiştir.

$$I_{A21} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A21}}\right) = 0 \text{ ise } I_{A21} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A21}}\right)^{\frac{1}{w_{21}}} = 0_{0,1800} = 0$$

$$I_{A22} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A22}}\right) = 1,00 \text{ ise } I_{A22} = w = 0,1200 * 1 = 0,1200$$

$$I_{A23} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A23}}\right) = 5,83 \text{ ise } I_{A23} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A23}}\right)^{0,2071} = (5,83)^{0,2071} = 1,441$$

$$I_{A24} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A24}}\right) = 4,64 \text{ ise } I_{A24} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A24}}\right)^{0,0640} = (4,64)^{0,0640} = 1,103$$

$$I_{A25} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A25}}\right) = 0,048 \text{ ise } I_{A25} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A25}}\right)^{\frac{1}{w_{A25}}} = (0,048)_{0,0485}^{\frac{1}{0,0485}} = 6,42 * 10^{-28}$$

$$I_{A26} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A26}}\right) = 1,47 \text{ ise } I_{A26} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A26}}\right)^{0,0596} = (1,47)^{0,0596} = 1,0232$$

$$I_{A27} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A27}}\right) = 0,06 \text{ ise } I_{A27} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A27}}\right)^{\frac{1}{w_{A27}}} = (0,06)_{0,1900}^{\frac{1}{0,1900}} = 3,74 * 10^{-7}$$

$$I_{A28} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A28}}\right) = 0 \text{ ise } I_{A28} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A28}}\right)^{\frac{1}{w_{28}}} = 0_{0,1310} = 0$$

2. Aday için Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım yöntemi ile elde edilen bilgi içeriği;

$$I_{A2w} = I_{A2w1} + I_{A2w2} + I_{A2w3} + I_{A2w4} + I_{A2w5} + I_{A2w6} + I_{A2w7} + I_{A2w8}$$

$$I_{A2w} = 0 + 0,1200 + 1,441 + 1,103 + 6,42 * 10^{-28} + 1,0232 + 3,74 * 10^{-7} + 0 = 3,69$$

Çizelge 4. 21. Üçüncü aday için Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım ile elde edilen sonuçlar

3. Aday Bilgi İçeriği	Fİ	AAS W	w	p	I	I_w (Ağırlıklı)	4,163
	1	0,1800	1	0,5	1	0,1800	
	2	0,1200	1	1	0	0	
	3	0,2071	1	0,5	1	0,2071	
	4	0,0640	1	1	0	0	
	5	0,0485	1	0,45	1,15	1,006	
	6	0,0596	1	0,18	2,47	1,055	
	7	0,1900	1	0,53	0,92	0,645	
	8	0,1310	1	0,31	1,68	1,070	

3. adayın tecrübe, yabancı dil, yazılı ve sözlü iletişim, bilgisayar bilgisi, takım oyunculuğu, stratejik düşünme, değişik birimlerde çalışabilme, referans kriterleri için ağırlıklandırılmış bilgi içeriği hesaplaması da 1. ve 2. adayda yapılan hesaplamalar gibidir. 3. aday için ağırlıklı bulanık AT ile elde edilen sonuçlar Çizelge 4.21.'de gösterilmiştir.

$$I_{A31} = \log_2 \left(\frac{1}{p_{A31}} \right) = 1,00 \text{ ise } I_{A31} = w = 0,1800 * 1 = 0,1800$$

$$I_{A32} = \log_2 \left(\frac{1}{p_{A32}} \right) = 0 \text{ ise } I_{A32} = \log_2 \left(\frac{1}{p_{A32}} \right)^{\frac{1}{w_{32}}} = 0_{0,1200} = 0$$

$$I_{A33} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A33}}\right) = 1,00 \text{ ise } I_{A33} = w = 0,2071 * 1 = 0,2071$$

$$I_{A34} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A34}}\right) = 0 \text{ ise } I_{A34} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A34}}\right)^{w_{34}} = 0_{0,0640} = 0$$

$$I_{A35} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A35}}\right) = 1,15 \text{ ise } I_{A35} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A35}}\right)^{0,0485} = (1,15)^{0,0485} = 1,006$$

$$I_{A36} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A36}}\right) = 2,47 \text{ ise } I_{A36} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A36}}\right)^{0,0596} = (2,47)^{0,0596} = 1,055$$

$$I_{A37} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A37}}\right) = 0,92 \text{ ise } I_{A37} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A37}}\right)^{w_{A37}} = (0,92)_{0,1900}^{\frac{1}{0,1900}} = 0,645$$

$$I_{A38} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A38}}\right) = 1,68 \text{ ise } I_{A38} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A38}}\right)^{0,1310} = (1,68)^{0,1310} = 1,070$$

3. Aday için Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım yöntemi ile elde edilen bilgi içeriği;

$$I_{A3w} = I_{A3w1} + I_{A3w2} + I_{A3w3} + I_{A3w4} + I_{A3w5} + I_{A3w6} + I_{A3w7} + I_{A3w8}$$

$$I_{A3w} = 0,1800 + 0 + 0,2071 + 0 + 1,006 + 1,055 + 0,645 + 1,070 = 4,163$$

Çizelge 4. 22. Dördüncü aday için Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım ile elde edilen sonuçlar

4. Aday Bilgi İçeriği	Fİ	AAS W	w	p	I	I (Ağırlıklı)
	1	0,1800	1	0,5	1,58	1,085
	2	0,1200	1	0,25	1	0,1200
	3	0,2071	1	0,018	5,83	1,440
	4	0,0640	1	0,51	0,97	0,621
	5	0,0485	1	0,97	0,048	$6,42 * 10^{-28}$
	6	0,0596	1	0,36	1,47	1,023
	7	0,1900	1	0,075	3,74	1,285
	8	0,1310	1	1	0	0

4. adayın tecrübe, yabancı dil, yazılı ve sözlü iletişim, bilgisayar bilgisi, takım oyunculuğu, stratejik düşünme, değişik birimlerde çalışabilme, referans kriterleri için ağırlıklandırılmış bilgi içeriği hesaplaması da 1., 2. ve 3. adayda yapılan hesaplamalar gibidir. 4. aday için ağırlıklı bulanık AT ile elde edilen sonuçlar Çizelge 4.22.'de gösterilmiştir.

$$I_{A41} = \log_2 \left(\frac{1}{p_{A41}} \right) = 1,58 \text{ ise } I_{A41} = \log_2 \left(\frac{1}{p_{A41}} \right)^{0,1800} = (1,68)^{0,1800} = 1,085$$

$$I_{A42} = \log_2 \left(\frac{1}{p_{A42}} \right) = 1,00 \text{ ise } I_{A42} = w = 0,1200 * 1 = 0,1200$$

$$I_{A43} = \log_2 \left(\frac{1}{p_{A43}} \right) = 5,83 \text{ ise } I_{A43} = \log_2 \left(\frac{1}{p_{A43}} \right)^{0,2071} = (5,83)^{0,2071} = 1,440$$

$$I_{A44} = \log_2 \left(\frac{1}{p_{A44}} \right) = 0,97 \text{ ise } I_{A44} = \log_2 \left(\frac{1}{p_{A44}} \right)^{\frac{1}{w_{A44}}} = (0,97)^{\frac{1}{0,0640}} = 0,621$$

$$I_{A45} = \log_2\left(\frac{1}{P_{A45}}\right) = 0,048 \text{ ise } I_{A45} = \log_2\left(\frac{1}{P_{A45}}\right)^{w_{A45}} = (0,048)^{0,0485} = 6,42 * 10^{-28}$$

$$I_{A46} = \log_2\left(\frac{1}{P_{A46}}\right) = 1,47 \text{ ise } I_{A46} = \log_2\left(\frac{1}{P_{A46}}\right)^{0,0596} = (1,47)^{0,0596} = 1,023$$

$$I_{A47} = \log_2\left(\frac{1}{P_{A47}}\right) = 3,74 \text{ ise } I_{A47} = \log_2\left(\frac{1}{P_{A47}}\right)^{0,1900} = (3,74)^{0,1900} = 1,285$$

$$I_{A48} = \log_2\left(\frac{1}{P_{A48}}\right) = 0 \text{ ise } I_{A48} = \log_2\left(\frac{1}{P_{A48}}\right)^{w_{A48}} = 0_{0,1310} = 0$$

4. Aday için Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım yöntemi ile elde edilen bilgi içeriği;

$$I_{A4w} = I_{A4w1} + I_{A4w2} + I_{A4w3} + I_{A4w4} + I_{A4w5} + I_{A4w6} + I_{A4w7} + I_{A4w8}$$

$$I_{A4w} = 1,085 + 0,1200 + 1,441 + 0,621 + 6,42 * 10^{-28} + 1,023 + 1,285 + 0 = 5,574$$

5. adayın tecrübe, yabancı dil, yazılı ve sözlü iletişim, bilgisayar bilgisi, takım oyunculuğu, stratejik düşünme, değişik birimlerde çalışabilme, referans kriterleri için ağırlıklandırılmış bilgi içeriği hesaplaması da 1., 2. 3. ve 4. adayda yapılan hesaplamalar gibidir. 5. aday için ağırlıklı bulanık AT ile elde edilen sonuçlar Çizelge 4.23.'de gösterilmiştir.

Çizelge 4. 23. Beşinci aday için Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım ile elde edilen sonuçlar

5. Aday Bilgi İçeriği	Fİ	AAS W	w	p	I	I (Ağırlıklı)
	1	0,1800	1	0,67	0,58	0,049
	2	0,1200	1	0,33	1,58	1,056
	3	0,2071	1	0,018	5,83	1,441
	4	0,0640	1	1	0	0
	5	0,0485	1	0,42	1,25	1,006
	6	0,0596	1	0,88	0,19	$7,89 \cdot 10^{-13}$
	7	0,1900	1	0,56	0,84	0,400
	8	0,1310	1	0,31	1,68	1,070

$$I_{A51} = \log_2 \left(\frac{1}{p_{A51}} \right) = 0,58 \text{ ise } I_{A51} = \log_2 \left(\frac{1}{p_{A51}} \right)^{w_{A51}} = (0,58)^{\frac{1}{0,1800}} = 0,049$$

$$I_{A52} = \log_2 \left(\frac{1}{p_{A52}} \right) = 1,58 \text{ ise } I_{A52} = \log_2 \left(\frac{1}{p_{A52}} \right)^{0,1200} = (1,58)^{0,1200} = 1,056$$

$$I_{A53} = \log_2 \left(\frac{1}{p_{A53}} \right) = 5,83 \text{ ise } I_{A53} = \log_2 \left(\frac{1}{p_{A53}} \right)^{0,2071} = (5,83)^{0,2071} = 1,441$$

$$I_{A54} = \log_2 \left(\frac{1}{p_{A54}} \right) = 0 \text{ ise } I_{A54} = \log_2 \left(\frac{1}{p_{A54}} \right)^{\frac{1}{w_{A54}}} = 0_{0,0640} = 0$$

$$I_{A55} = \log_2 \left(\frac{1}{p_{A55}} \right) = 1,25 \text{ ise } I_{A55} = \log_2 \left(\frac{1}{p_{A55}} \right)^{0,0485} = (1,25)^{0,0485} = 1,011$$

$$I_{A56} = \log_2\left(\frac{1}{P_{A56}}\right) = 0,19 \text{ ise } I_{A56} = \log_2\left(\frac{1}{P_{A56}}\right)^{w_{A56}} = (0,19)^{\frac{1}{0,0596}} = 7,89 * 10^{-13}$$

$$I_{A57} = \log_2\left(\frac{1}{P_{A57}}\right) = 0,84 \text{ ise } I_{A57} = \log_2\left(\frac{1}{P_{A57}}\right)^{w_{A57}} = (0,84)^{\frac{1}{0,1900}} = 0,400$$

$$I_{A58} = \log_2\left(\frac{1}{P_{A58}}\right) = 1,68 \text{ ise } I_{A58} = \log_2\left(\frac{1}{P_{A58}}\right)^{0,1310} = (1,68)^{0,1310} = 1,070$$

5. Aday için Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım yöntemi ile elde edilen bilgi içeriği;

$$I_{A5w} = I_{A5w1} + I_{A5w2} + I_{A5w3} + I_{A5w4} + I_{A5w5} + I_{A5w6} + I_{A5w7} + I_{A5w8}$$

$$I_{A5w} = 0,049 + 1,056 + 1,441 + 0,0640 + 1,011 + 7,89 * 10^{-13} + 0,400 + 1,070 = 5,027$$

Çizelge 4. 24. Altıncı aday için Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım ile elde edilen sonuçlar

6. Aday Bilgi İçeriği	Fİ	AAS W	w	p	I	I (Ağırlıklı)	3,148
	1	0,1800	1	1	0	0	
	2	0,1200	1	0,67	0,58	0,011	
	3	0,2071	1	0,5325	0,91	0,634	
	4	0,0640	1	0,45	1,15	1,009	
	5	0,0485	1	0,013	6,33	1,094	
	6	0,0596	1	0,86	0,21	4,23 * 10 ⁻¹²	
	7	0,1900	1	0,56	0,84	0,400	
	8	0,1310	1	1	0	0	

6. adayın tecrübe, yabancı dil, yazılı ve sözlü iletişim, bilgisayar bilgisi, takım oyunculuğu, stratejik düşünme, değişik birimlerde çalışabilme, referans kriterleri için ağırlıklandırılmış bilgi içeriği hesaplaması da 1., 2. 3. 4. ve 5. adayda yapılan hesaplamalar gibidir. 6. aday için ağırlıklı bulanık AT ile elde edilen sonuçlar Çizelge 4.24.'de gösterilmiştir.

$$I_{A61} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A61}}\right) = 0 \text{ ise } I_{A61} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A61}}\right)^{w_{61}} = 0,1800 = 0$$

$$I_{A62} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A62}}\right) = 0,58 \text{ ise } I_{A62} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A62}}\right)^{w_{A62}} = (0,58)^{0,1200} = 0,011$$

$$I_{A63} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A63}}\right) = 0,91 \text{ ise } I_{A63} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A63}}\right)^{w_{A63}} = (0,91)^{0,2071} = 0,634$$

$$I_{A64} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A64}}\right) = 1,15 \text{ ise } I_{A64} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A64}}\right)^{0,0640} = (1,15)^{0,0640} = 1,009$$

$$I_{A65} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A65}}\right) = 6,33 \text{ ise } I_{A65} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A65}}\right)^{0,0485} = (6,33)^{0,0485} = 1,094$$

$$I_{A66} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A66}}\right) = 0,21 \text{ ise } I_{A66} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A66}}\right)^{w_{A66}} = (0,21)^{0,0596} = 4,23 * 10^{-12}$$

$$I_{A67} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A67}}\right) = 0,84 \text{ ise } I_{A67} = \log_2\left(\frac{1}{p_{A67}}\right)^{w_{A67}} = (0,84)^{0,1900} = 0,400$$

$$I_{A68} = \log_2\left(\frac{1}{P_{A68}}\right) = 0 \text{ ise } I_{A68} = \log_2\left(\frac{1}{P_{A68}}\right)^{\frac{1}{w_{68}}} = 0_{0,1310} = 0$$

6. Aday için Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım yöntemi ile elde edilen bilgi içeriği;

$$I_{A6w} = I_{A6w1} + I_{A6w2} + I_{A6w3} + I_{A6w4} + I_{A6w5} + I_{A6w6} + I_{A6w7} + I_{A6w8}$$

$$I_{A56} = 0 + 0,011 + 0,634 + 1,009 + 1,094 + 4,23 * 10^{-12} + 0,400 + 0 = 3,148$$

Adaylar için kriterlerin önceliklendirildiği durum göz önüne alınarak kullanılan Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım yöntemi ile elde edilen Çizelge 4.19 - Çizelge 4.24'de gösterilen sonuçlara göre 6. aday minimum bilgi içeriğine sahip olduğu için en iyi aday personel seçilir.

4.7. Analitik Ağ Süreci, Bulanık Aksiyomatik Tasarım ve Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım Yaklaşımları İle Elde Edilen Sonuçların Karşılaştırılması

Adayların tümü için Analitik Ağ Süreci, Bulanık Aksiyomatik Tasarım ve Ağırlıklı Bulanık Aksiyomatik Tasarım yaklaşımları ile elde edilen bilgi içeriği değerleri Çizelge 4.25' de birlikte verilmiştir.

Kriterlerin AAS ile hesaplanan ağırlık değerleri incelendiğinde işletme için önem derecesi en büyük olan kriterler sırasıyla yazılı ve sözlü iletişim, değişik birimlerde çalışabilme ve tecrübe kriterleridir. Çalışmada AAS ile yapılan çözümde en uygun aday 2. aday olarak bulunmuştur. Diğer yöntemler göz önüne alındığında kriterlerin önceliklendirilmediği durumda elde edilen bilgi içeriği değerlerine göre minimum bilgi içeriğine sahip aday 3. adayken, kriterlerin önceliklendirildiği durumda minimum bilgi içeriğine sahip aday 6. aday olmuştur. 4. aday her üç durumda en kötü performansı sergilemiştir. Yapılan kıyaslamalar sonucunda kriterlerin ağırlıklandırılmasının en iyi personel seçimi ve sıralamasında önemli değişiklikler meydana getirdiği görülmektedir. Bu sonuca istinaden, kriter ağırlıklarının dikkate alınmasının sonuç üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu söylenebilir.

Çizelge 4. 25. Analitik ağ süreci, Bulanık aksiyomatik tasarım ve ağırlıklı bulanık aksiyomatik tasarım ile elde edilen sonuçların karşılaştırılması

Fonksiyonel İhtiyaçlar		1. Aday			2. Aday			3. Aday			4. Aday			5. Aday			6. Aday		
		A_1	I_{A1}	I_{A1W}	A_2	I_{A2}	I_{A2W}	A_3	I_{A3}	I_{A3W}	A_4	I_{A4}	I_{A4W}	A_5	I_{A5}	I_{A5W}	A_6	I_{A6}	I_{A6W}
1	Tecrübe	0,145	1	0,1800	0,163	0	0	0,078	1	0,180	0,123	2	1,085	0,088	0,58	0,049	0,198	0	0
2	Yabancı Dil	0,129	0	0	0,119	1	0,120	0,151	0	0	0,144	2	0,1200	0,138	1,58	1,056	0,097	0,58	0,011
3	Yazılı ve Sözlü İletişim	0,129	0,91	0,634	0,137	5,83	1,441	0,170	1	0,207	0,115	5,83	1,440	0,175	5,83	1,441	0,144	0,91	0,634
4	Bilgisayar Bilgisi	0,059	1,15	1,009	0,056	4,64	1,103	0,085	0	0	0,093	0,97	0,621	0,085	0	0,0640	0,064	1,15	1,009
5	Takım Oyunculluğu	0,152	1,15	1,006	0,151	0,048	0,0006	0,165	1,15	1,006	0,196	0,048	0,0006	0,187	1,25	1,011	0,101	6,33	1,094
6	Stratejik Düşünme	0,081	0,19	0,0007	0,057	1,47	1,0232	0,058	2,47	1,055	0,060	1,47	1,023	0,058	0,19	0,0007	0,089	0,21	0,0004
7	Değişik Birimlerde Çalışabilme	0,178	3,74	1,285	0,194	0,06	0,003	0,160	0,92	0,645	0,120	3,74	1,285	0,154	0,84	0,400	0,173	0,84	0,400
8	Referans	0,128	1,15	1,018	0,123	0	0	0,132	1,68	1,070	0,149	0	0	0,116	1,68	1,070	0,134	0	0
Toplam Bilgi İçeriği			9,29	5,132		13,04	3,69		8,22	4,163		16,15	5,574		11,95	5,027		10,02	3,148
Sıralama		3	2	5	1	5	2	4	1	3	6	6	6	5	4	4	2	3	1

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde personel seçimi işletmeler için en büyük maliyet getirisine sahip süreçlerden biridir. Personel seçim sürecinin maliyet kaleminde bu kadar etkili olmasının nedeni işletmenin bulunduğu pozisyonu ve geleceğini tespit edecek, genel niteliklerini ve kriterlerini doğru belirleyecek, bunun sonucu olarak ihtiyacını doğru tespit edecek kişilerin işletmenin personelleri olmasıdır. Yani maliyet kalemi etkin bir personel seçim süreci gerçekleştirilemediği takdirde işletmeler son derece ciddi maliyetlerle karşı karşıya kalmaktadır. Personel seçimi aslında sadece aday belirleme değil işletmenin geleceği hakkında karar vermek demektir diyebiliriz.

Günümüzde yukarıda bahsi geçen nedenlerden ötürü personel seçimi işletmeye başvuran adayların sadece değerlendirme süreçlerini içermeyen bir yapıya kavuşmuştur. Özellikle büyük ve global işletmeler anlık ihtiyaçlarının olmadığı durumlarda genel personel alımı yöntemini kullanmaya başlamışlar ve işletmenin geleceğini oluşturacak yapıya uygun personel seçim süreçlerini oluşturmaya başlamışlardır.

Personel seçimi, globalleşen dünyada rekabetle baş edebilmek ve varlığını devam ettirebilmek için işletmelerin başarısında büyük rol oynayan kararlar arasında yer almaktadır. İşletmelerin istekleri ve ihtiyaçları doğrultusunda en uygun personelin belirlenmesinin amaçlandığı personel seçim problemi, sayısal ve sayısal olmayan çok sayıda kriteri bünyesinde barındıran çok kriterli karar verme problemi olarak adlandırılabilir.

Bu çalışmada; personel seçim probleminde sayısal ve sayısal olmayan kriterlerin birlikte değerlendirilebilmesini sağlayan Bulanık Aksiyomatik Tasarımın Bilgi aksiyomu yaklaşımı kullanılmıştır. AT yaklaşımı, kriterleri en iyi seviyede sağlayan alternatifleri seçen birçok yöntemle rağmen her kriterin tasarımcı tarafından belirlenen tasarım aralığını hesaba katarak çözüme ulaşmaya çalışır. Yani AT yaklaşımı tasarım aralıklarını sağlayan alternatifleri seçer.

Tasarımcı kendi isteği doğrultusunda herhangi bir kriterin diğer bir kriterden vazgeçilmesiyle en iyi düzeyde karşılanması değil de, kendisinin belirlediği tasarım aralığında değerlendirilmesini isteyebilir. Hali hazırda kullanılan ve literatürde ismi sıklıkla geçen AHS, AAS, bulanık AHS, bulanık AAS ve diğer puanlama yöntemlerinde bunun gerçekleştirilmesi mümkün değildir. AT yaklaşımı, herhangi bir kriterin tasarım aralığını sağlamayan bir alternatifin reddedilmesi noktasında da diğer yöntemlerden ayrılır.

Dünya çapında faaliyet gösteren uluslararası bir işletmenin İstanbul'da faaliyet gösteren şubesi için üst düzey yönetici seçimi alternatif altı aday ile Bulanık AT yaklaşımının uygulanmasıyla değerlendirilmiştir. Personel seçimini etkileyen 8 ana kriter belirlenmiş ve çözüm bu kriterler ekseninde bulunmuştur.

Oluşturulan personel seçim modelinde seçim modelini etkileyen kriterler fonksiyonel ihtiyaçlardır. Fonksiyonel ihtiyaçlar, tasarımın gereklerini verilen tasarım alternatifleri arasında seçim yaparken karakterize eden ölçütlerdir. Bulanık aksiyomatik tasarım ile personel seçiminde sayısal olarak ifade edilemeyen kriterler için sistem ve tasarım aralıkları belirlenirken dilsel değişkenler kullanılmış bu değişkenleri sayısal forma dönüştürürken üçgensel bulanık sayılardan yararlanılmıştır.

Personel seçim sürecinde önce AHS, DEMATEL ve AAS yöntemlerini bir arada kullanarak bir seçim modeli yapılmış ve bunun sonucunda en uygun personelin 2. aday olduğu belirlenmiştir. Personel seçim modelinin diğer yöntemler ile çözümünde ise her aday personele ait bilgi içeriği, belirlenen tasarım ve sistem aralıkları arasındaki ortak alana bakılarak elde edilen bilgi içerikleri hesaplanarak bulunmuştur. Toplam bilgi içeriği değerlerinin elde edilmesiyle her bir adaya ait bilgi içeriği hesaplanmıştır. Her altı aday için fonksiyonel ihtiyaçların (kriterler) önem derecelerinin eşit olduğu durumda elde edilen bilgi içerikleri karşılaştırıldığında minimum bilgi içeriğine sahip olduğu için en uygun personelin 3. aday olduğu belirlenmiştir.

İşletmeler için personel seçimini etkileyen kriterlerin önem dereceleri değişkendir. Çünkü önem dereceleri ve kriterler işletmelere özeldir. Kabul edilebilir, gerçekçi ve uygulanabilir bir personel seçim sürecinin gerçekleştirilebilmesi için kriterlerin ağırlıkları işletmenin görüşleri dikkate alınarak AHS ve DEMATEL yöntemlerinden yararlanılarak AAS yöntemi ile hesaplanmıştır. Kriterlerin ağırlık değerleri incelendiğinde işletme için önem derecesi en büyük olan kriterler sırasıyla yazılı ve sözlü iletişim, değişik birimlerde çalışabilme ve tecrübe kriterleridir. Kriterler ağırlıklandırıldığında en uygun personeli seçmek için Ağırlıklı Bulanık Bilgi Aksiyomu yaklaşımı kullanılmıştır. Ağırlıklar kullanılarak yapılan hesaplamalarla elde edilen sonuçlara göre, minimum bilgi içeriğine sahip olan 6. aday işletme için en uygun personel olarak belirlenmiştir.

Kriter ağırlıklarının dikkate alınmasını gösteren sonuçlar aslında kriterlerin önceliklendirilmediği durumda elde edilen bilgi içeriği değerlerine göre minimum bilgi içeriğine sahip 3. adayın, kriterlerin önceliklendirildiği durumda minimum bilgi içeriğine sahip 6. aday olması ile ortaya çıkmıştır. Çünkü işletmelerin önceliği büyük olan fonksiyonel ihtiyaçları yani kriterleri için bilgi içeriği değerleri ne kadar küçük ise, kriterlerin önceliklendirildiği durumda hesaplanan bilgi içeriği değerleri de o kadar küçülmektedir.

Bu tez kapsamında; globalleşen dünyada rekabet halindeki işletmelerin birbirlerinden farklı olmasını ve değişen dünyaya ayak uydurmalarını sağlayan personellerin seçim süreci, personel seçimi problemi olarak ele alınmıştır. Bulanık Aksiyomatik Tasarım yaklaşımı ile karar verici açısından önemli kriterler temelinde tasarlanan model, işletme için adayları karşılaştırma imkânı vermiş ve sonuçta ilgili kriterlere göre adaylar önceliklerine göre sıralanmıştır. Ayrıca, karar verici açısından bu kriterlerin önceliklerinin birbirinden farklı olduğu durumda incelenmiş ve elde edilen sonuçların kriterlerin ağırlıklarının eşit alındığı durumdan daha farklı olduğu görülmüştür. Bu sonuçtan hareketle kriterlerin ağırlıklandırılmasının sonuçlar üzerinde etkili olduğu görülmüş ve kriterlerin ağırlıklandırılmasının seçim sürecinde dikkate alınması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Çalışma kapsamında personel seçim problemine uyguladığımız Bulanık Aksiyomatik Tasarım yöntemi çözüm yönteminde kullanılan hem nitel hem de nicel kriterlerin birlikte ele alınabilmesini sağlayan yaklaşımı ile gerçek hayatta karşımıza çıkan daha büyük boyutlu seçim problemlerine de uygulanabilir. Kullanılan yaklaşımda hesaplamaların elle yapılmasından dolayı özellikle büyük boyutlu seçim problemlerinde sonuçlara ulaşma süresi uzayabilir, hata yapma riski ve yapılan hatanın bulunup düzeltilme süresi seçim sürecinin uzamasına neden olabilir. Hesaplamaların bilgisayar ortamında yapılmasına imkân verecek yazılım olduğunda, büyük boyutlu problemler de etkin bir şekilde değerlendirilebilecektir. Böylece Aksiyomatik Tasarımı diğer yöntemlerden ayıran karar vericinin istediği tasarım aralığın da çözüm elde etme seçeneği daha çok değerlendirilebilir olacaktır.

KAYNAKLAR

1. Werther, W. B., Davis, J. R., “Human Resource And Personnel Management”, *Mcgraw-Hill Inc.*, 35-36 (1994).
2. Özgörmüş, E., Mutlu, Ö., Güner, H., “Bulanık Ahp ile Personel Seçimi” , *V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu*, İstanbul, 111-113 (2005).
3. Küçükaya, G., “ İnsan Kaynakları Yönetiminde Personel Seçimi ve Bir Uygulama” , Yüksek Lisans Tezi, *Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İstanbul, 58-60 (2006).
4. Paksoy, M. ve Esnaf, Ş., “Personel Seçiminde Çok Özellikli Karar Verme Yaklaşımından Yararlanılması” , *İ. Ü., İşletme Fakültesi Dergisi*, İstanbul, 11-12 (1995).
5. Kücü, H., “ Promethee Sıralama Yöntemi İle Personel Seçimi ve Bir İşletmede Uygulanması” , Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 4-5 (2007).
6. Kankılıç, H., “Personel Seçimi İçin Bulanık Karar Verme Modeli Geliştirilmesi” , Yüksek Lisans Tezi, *Gaziantep Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Gaziantep, 3-5 (2005).
7. Özkan, Ö., “ Personel Seçiminde Karar Verme Yöntemlerinin İncelenmesi: Ahp, Electre ve Topsis Örneği” , Yüksek Lisans Tezi, *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, İzmir, 2-3 (2007).
8. Alpander, G. G., “Human Resources Management Planning” , *American Management Associations*, New York, 191-193 (1982).
9. Emerick, D. S., “Effective Employee Recruitment” , *PT Journal.*, Alexandria, 14(4): 5 (2006).
10. Dağdeviren, M., “Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Personel Seçimi ve Bir Uygulama” , *Gazi Üniversitesi. Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 22 (4): 791-799 (2007)
11. Chien, C.-F., & Chen, L.-F., “Data mining to improve personel selection and enhance human capital: A case study in high-technology industry”, *Expert Systems with Applications*, 34: 280–290 (2008).
12. Borman, W. C., Hanson, M. A., & Hedge, J. W., “Personnel selection”, *Annual Review of Psychology*, 48: 199–337 (1997).
13. Robertson, I.T., & Smith, B., “Personnel selection”, *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, 74: 441–472 (2001).

14. Dağdeviren, M., “A hybrid multi-criteria decision-making model for personel selection in manufacturing systems”, *Journal of Intelligent Manufacturing*, DOI 10.1007/s10845-008-0200-7 (2008).
15. Lazarevic-Petrovic, S., “Personnel selection fuzzy model”, *International Transactions in Operational Research*, 8: 89-105 (2001).
16. Kaynak, T., “İnsan Kaynakları Yönetimi”, *İ.Ü.İşletme Fakültesi Yayınları*, İstanbul, 25-26 (1998).
17. Sabuncuoğlu, Z., “İnsan Kaynakları Yönetimi”, *Ezgi Yayınevi*, Bursa, 16-17 (2000).
18. Erdoğan, İ., “İşletmelerde Personel Seçimi ve Başarı Değerleme Teknikleri” , *İşletme İktisadi Enstitüsü Yayınları*, İstanbul, (1991).
19. Özgen, H., Öztürk, A., “Yalçın, A., İnsan Kaynakları Yönetimi” , *Nobel Kitabevi*, Adana, 37-38 (2002).
20. Bingöl, D., “İnsan Kaynakları Yönetimi” , *Beta Yayınları*, İstanbul, 14-15 (1998).
21. Arvey, R.D., Campion, J.E., “The employment interview: A summary and review of recent research” , *Personel Psychology*, 35(1): 281-322 (1982).
22. Gargano, M.L., Marose, R.A., Kleeck, L., “An application of artificial neural Networks and genetic algorithms to personnel selection in the financial industry”, *Proceedings of the First International Conference on Artificial Intelligence Applications*, 257-262 (1991).
23. Miller, G.M., Feinzig, S.L., “Fuzzy sets and personnel selection: Discussion and an application”, *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, 66(1): 163-169 (1993).
24. Liang, S.L., Wang M.J., “Personnel selection using fuzzy MCDM algorithm”, *European Journal of Operational Research*, 78(2): 22-33 (1994).
25. Hooper, R.S., Galvin, T.P., Kimler, R.A., Liebowitz, J., “Use of an expert system in a personnel selection process”, *Expert Systems with Applications*, 14(1): 425-432 (1998).
26. Karsak, E.E., “A fuzzy multiple objective programming approach for personnel selection”, *IEEE*, 2-3 (2000).
27. Karsak, E.E., “Personnel selection using a fuzzy MCDM approach based on ideal and anti-ideal solutions”, *Multiple Criteria Decision Making in the New Millenium*, Berlin, 425-432 (2001).

28. Capaldo, G., & Zollo, G., "Applying fuzzy logic to personel assessment: A case study," *The International Journal of Management Science*, 29: 585–597 (2001).
29. Aguinis, H., Henle, C.A., Beaty, J.C., "Virtual reality technology: a new tool for personnel selection", *International Journal of Selection and Assessment*, 9: 70-83 (2001).
30. Butkiewicz, B.S., "Selection of staff for enterprise using fuzzy logic", *IEEE SMC TA2N4* (2002).
31. Tütüncü, Ö., Tarlan, D., Mamyrkulov, N., "Seyahat acentelerinde çalışanların işe alma sürecini algılamaları ve İzmir ili örneği", *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5: 113-140 (2003).
32. Soyuer H., Kocamaz M., "İşletmelerde Bilgisayar Destekli İnsan Kaynağı Değerlendirme ve Seçme Süreci", *II. Ulusal Bilgi, Ekonomi ve Yönetim Kongresi*, İzmit, 673-684 (2003).
33. Çelik M., Kandakoğlu A., Er. I. D., " Structuring fuzzy integrated multi-stages evaluation model on academic personnel recruitment in MET institutions", *Expert Systems with Applications*, 36: 6918–6927 (2009).
34. Lievens, F., Van Dam, K., & Anderson, N., "Recent trends and challenges in personnel selection", *Personnel Review*, 31(5–6), 580–601 (2002).
35. Beckers, A. M., & Bsat, M. Z., "A DSS classification model for research in Human Resource Information Systems", *Information Systems Management*, 19(3): 41–50 (2002).
36. Kovach, K. A., & Cathcart, C. E., "Human Resource Information Systems (HRIS): Providing business with rapid data access, information exchange and strategic advantage", *Public Personnel Management*, 28(2): 275–282 (1999).
37. Liao, S. H., "Knowledge management technologies and applications – literature review from 1995 to 2002", *Expert Systems with Applications*, 25: 155–164 (2003).
38. Hough, L. M., & Oswald, F. L., "Personnel selection: Looking toward the future – remembering the past", *Annual Review of Psychology*, 51: 631–664 (2000).
39. Bohanec, M., Urh, B., Rajkovic, V., "Evaluating options by combined qualitative and quantitative methods", *Acta Psychologica*, 80(2): 67-89 (1992).
40. Timmermans, D., Vlek, C., "Multi-attribute decision support and copmlexity: An evaluation and process analysis of aided versus unaided decision making", *Acta Psychologica*, 80(1): 49- 65 (1992).

41. Timmermans, D., Vlek, C., “Effects on decision quality of supporting multi-attribute evaluation in groups”, *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 68(2): 158-170 (1996).
42. Gardiner, A.R., Armstrong-Wright, D., “Employee selection and anti-discrimination law: Implications for multi-criteria group decision support”, *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 9(1): 99-109 (2000).
43. Spyridakos, A., Siskos, Y., Yannacopoulos, D., Skouris, A., “Multicriteria job evaluation for large organisations”, *European Journal of Operational Research*, 130(2): 375-387 (2001).
44. Jessop, A., “Minimally biased weight determination in personnel selection”, *European Journal of Operational Research*, 153(2): 433- 444 (2004).
45. Dağdeviren M., “Performans Değerlendirme Sürecinin Çok Ölçütlü Karar Verme Yöntemleri ile Bütünleşik Modellenmesi”, Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, (2005).
46. Saaty, T.L., “The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation”, *McGraw-Hill*, New York, 95-97 (1980).
47. Saaty, T.L., “The Analytic Hierarchy and Analytic Network Processes”, *Multi Criteria Decision Making XV-th International Conference*, Ankara, 85-90 (2000).
48. Miller, G.A., “The magic number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information”, *Psychological Review*, 63:81-97 (1956).
49. Saaty, T.L., “Fundamentals of Decision Making and Priority Theory”, *RWS Publications*, Pittsburgh, 32- 38 (2000).
50. Büyükyazıcı, M., “Analitik Ağ Süreci” Yüksek Lisans Tezi, *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 57-62 (2000).
51. Saaty, T.L., “Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process”, *RWS Publications*, Pittsburgh, 24-29 (1996).
52. Meade, L.M. and Sarkis, J., “Analyzing organizational project alternatives for agile manufacturing processes: an analytical network approach”, *International Journal of Production Research*, 37(2): 241-261 (1999).
53. Sarkis, J., “A model for strategic supplier selection”, *Journal of Supply Chain Management*, 38(1): 18-28 (2002).

54. Saaty, T.L. and Takizawa, M., "Dependence and independence: From linear hierarchies to nonlinear networks", *European Journal of Operational Research*, 26: 229-237 (1986).
55. Saaty, T.L., "Fundamentals of The Analytic Network Process", International *Symposium AHP 1999*, Japan, 13-16 (1999).
56. Saaty, T.L., "Decision Making For Leaders", *RWS Publications*, Pittsburgh, 47-52 (2000).
57. Chung, S.H., Lee, A.H. and Pearn, W.L., "Analytic network process (ANP) approach product mix planning in semiconductor fabricator", *International Journal of Production Economics*, 96:15-36 (2005).
58. Erkiletlioğlu, A., "Askeri Lojistik Politikalarının Belirlenmesinde Analitik Şebeke Yöntemi", Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 9-20 (2000).
59. Anderson, D.R., Sweeney, D.J. and Williams, T.A., "An Introduction to Management Science", *West Publishing Company*, St. Paul, 12-18 (1997).
60. Meade, L.M. and Presley, A., "R&D project selection using the analytic network process", *IEEE Transactions on Engineering Management*, 49(1): 59-66 (2002).
61. Momoh, J.A. and Zhu, J.Z., "Application of AHP/ANP to unit commitment in the deregulated power industry", *IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, 1: 817-822 (1998).
62. Fontela, E., Gabus, A. "DEMATEL, innovative methods. Report no. 2 structural analysis of the world problematique", *Battelle Geneva Research Institute*, 67-69 (1974).
63. Fontela, E., Gabus, A. "The DEMATEL observer: Battelle Institute", *Geneva Research Center*, 56-61 (1976).
64. Li, C.W., Tzeng, G.H., "Identification of a threshold value for the DEMATEL method using the maximum mean de-entropy algorithm to find critical services provided by a semiconductor intellectual property mall" *Expert Systems with Applications*, 36: 9891-9898 (2009).
65. Tseng M.L., Lin Y. H., "Application of fuzzy DEMATEL to develop a cause and effect model of municipal solid waste", *Environ Monit Assess*, DOI 10.1007/s10661-008-0601-2 (2008).

66. Tsai W.H., Chou W.C., “Selecting management systems for sustainable development in SMEs:A novel hybrid model based on DEMATEL, ANP, and ZOGP”, *Expert Systems with Applications*, 36: 1444–1458 (2009).
67. Chiu, Y. J., Chen, H. C., Tzeng, G. H., & Shyu, J. Z., “Marketing strategy based on customer behaviour for the LCD-TV”, *International Journal and Decision Making*, 7(2/3): 143–165 (2006).
68. Hung, Y. H., Chou, S. C. T., & Tzeng, G. H., “Using a fuzzy group decision approach-knowledge management adoption”, *APRU DLI 2006 conference*, Japan, 48- 52 (2006).
69. Hori, S., & Shimizu, Y., “Designing methods of human interface for supervisory control systems”, *Control Engineering Practice*, 7(11): 1413–1419 (1999).
70. Wu, W. W., & Lee, Y. T., “Developing global managers’ competencies using the fuzzy DEMATEL method”, *Expert Systems with Applications*, 32(2): 499–507 (2007).
71. Seyed-Hosseini, S. M., Safaei, N., & Asgharpour, M. J., “Reprioritization of failures in a system failure mode and effects analysis by decision making trial and evaluation laboratory technique”, *Reliability Engineering and System Safety*, 91(8): 872–881 (2005).
72. Tzeng, G. H., Chiang, C. H., & Li, C. W., “Evaluating intertwined effects in e-learning programs: A novel hybrid MCDM model based on factor analysis and DEMATEL”, *Expert Systems with Applications*, 32(4): 1028–1044 (2007).
73. Özel, B., “ Bulanık Aksiyomatik Tasarım Yaklaşımı İle hiyerarşik Bir Tedarikçi Seçimi” , Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 45-59 (2007).
74. Suh, N.P., "Axiomatic Design-Advances and Applications", *Oxford University Press*, New York, 39-51 (2001).
75. Suh, N.P., "The Principles of Design", *Oxford University Press*, New York, 67-90 (1990).
76. Suh, N.P., "Axiomatic Design Theory for Systems", *Research in Engineering Design*, 10: 189-209 (1998).
77. Kulak, O., Kahraman,C., "Fuzzy multi-attribute selection among transportation companies using axiomatic design and analytic hierarchy process", *Information Sciences*, 170: 191-210 (2005).

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : AKSAKAL, Erdem
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 10.06.1979, Erzurum
 Medeni hali : Bekar
 Telefon : 0 (312) 5823842
 e-mail : eaksakal@gazi.edu.tr

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi /Endüstri Müh. Bölümü	
Lisans	Çankaya Üniversitesi /Endüstri Müh. Bölümü	2002
Lise	Erzurum Anadolu Lisesi	1997

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2003-2005	DIŞBANK A.Ş	Yönetici Yardımcısı
2005-2007	Atatürk Üni. Endüstri Müh. Bölümü	Araştırma Görevlisi
2007-....	Gazi Üni. Endüstri Müh. Bölümü	Araştırma Görevlisi

Yabancı Dil

İngilizce

Hobiler

Tenis, Tiyatro, Seyahat, İnternet