



T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SEZGİSEL BULANIK TABANLI KARAR VERME
YÖNTEMİYLE PERSONEL SEÇİMİ ÜZERİNE BİR
UYGULAMA

UMUT ESEN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MATEMATİK ANABİLİM DALI

KAHRAMANMARAŞ 2023

**T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SEZGİSEL BULANIK TABANLI KARAR VERME
YÖNTEMİYLE PERSONEL SEÇİMİ ÜZERİNE BİR
UYGULAMA**

UMUT ESEN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Matematik Ana Bilim Dalı**

KAHRAMANMARAŞ 2023

TEZ BİLDİRİMİ

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

Umut ESEN

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

DECLARATION

I hereby declare that all information in the thesis has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all the material and results that are not original to this work.



Umut ESEN

Note: Uses of reports in this thesis, from original and other sources, tables, figures and Photographs without citation, subject to the provision of Law No. 5846 on Intellectual and Artistic Work.

**SEZGİSEL BULANIK TABANLI KARAR VERME YÖNTEMİYLE PERSONEL
SEÇİMİ ÜZERİNE BİR UYGULAMA
(YÜKSEK LİSANS TEZİ)**

Umut ESEN

ÖZET

İşletmelerin ve kurumların iş ve işleyişlerinin aksamaması için gerekli olan nitelikli personelin seçimi en zor konulardan bir tanesidir. Doğru kişilerin doğru pozisyonda değerlendirilmesi için ilk önce aday havuzundaki adayların doğru bir şekilde sıralanması gerekmektedir. Bu nedenle adaylar bir çok kriter ile objektif olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Burada kullanılacak verilerin veya kriterlerin bazıları net bilgi, veri olabilir fakat bazıları belirsizlik içerebilir. Özellikler mülakat sınavları ve soruları bu doğrultuda olup gözleme dayalıdır ve çoğunlukla belirsizlik içerir. Bu nedenle karar vermede sezgisel bulanık mantık kullanılması anlamlıdır. Bu tezde sezgisel bulanık PROMETHEE yöntemi ile askeri personel seçiminde örnek bir uygulama yapılmıştır. Bu yöntemde değerlendirme işleminin geçerliliğini arttırmak ve belirsizlik altında karar vermek için kriterler ağırlıkları sezgisel bulanık değer olarak belirlenmiştir. Ayrıca simülasyonla elde edilen aday puanlarının birçok yönden değerlendirilmesi için yöntemde genel yetenek ve genel kültür sınavı puanı, fiziki yeterlilik testi puanı ve mülakat puanı ortak bir şekilde değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Personel seçimi, Sezgisel bulanık kümeler, Sezgisel bulanık PROMETHEE

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Matematik Ana Bilim Dalı, Ağustos / 2023

Danışman: Doç. Dr. Mehmet ÇİTİL

Sayfa sayısı: 82

AN APPLICATION ON PERSONNEL SELECTION WITH INTUITIONISTIC FUZZY BASED DECISION MAKING METHOD

(M.Sc. THESIS)

Umut ESEN

ABSTRACT

The selection of qualified personnel, which is necessary to ensure that the business and functioning of businesses and institutions are not disrupted, is one of the most difficult issues. In order to evaluate the right people in the right position, the candidates in the candidate pool must first be ranked correctly. For this reason, candidates must be objectively evaluated with many criteria. Some of the data or criteria to be used here may be clear information or data, but some may contain uncertainty. This is the case with interview tests and questions, which are based on observation and often involve uncertainty. Therefore, it makes sense to use intuitionistic fuzzy logic in decision making. In this thesis, a sample application of intuitionistic fuzzy PROMETHEE method in military personnel selection is made. In this method, in order to increase the validity of the evaluation process and to make decisions under uncertainty, the criteria weights are set as intuitionistic fuzzy values. In addition, in order to evaluate the candidate scores obtained by simulation in many aspects, the general aptitude and general culture exam score, physical competence test score and interview score are evaluated jointly in the method.

Keywords: Personnel selection, Intuitionistic fuzzy sets, Intuitionistic fuzzy PROMETHEE

Kahramanmaraş Sütçü İmam University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Mathematic, August / 2023

Supervisor: Doç. Dr. Mehmet ÇİTİL

Page number: 82

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, bana destek veren ve yön gösteren danışman hocam; Doç. Dr. Mehmet ÇİTİL'e, çalışmam boyunca bana yardımlarını esirgemeyen Feride TUĞRUL'a ve çalışma süresince tüm zorlukları benimle göğüsleyen ve hayatımın her evresinde bana destek olan değerli eşim Tuğçe Yılmaz ESEN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Umut ESEN



İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vi
TABLolar DİZİNİ	vii
1 GİRİŞ	1
2 TEMEL TANIM VE TEOREMLER	3
2.1 Bulanık Mantık	3
2.1.1 Bulanık Mantığın Tarihsel Gelişimi	3
2.1.2 Bulanık Kümeler	4
2.1.3 Bulanık Kümeler Üzerinde Temel İşlemler	6
2.2 Sezgisel Bulanık Kümeler	8
2.2.1 Sezgisel Bulanık Kümeler Üzerinde İşlemler	11
2.2.2 Sezgisel Bulanık Sayılar	12
2.2.2.1 Sezgisel Bulanık Yamuk Sayılar	14
2.2.2.2 Sezgisel Bulanık Üçgensel Sayılar	15
2.2.2.3 Sezgisel Bulanık Yamuk ve Üçgensel Sayılarda İşlemler	16
2.2.3 Sezgisel Bulanık Sayıların Sıralanması	16
3 KARAR VERME KAVRAMI	18
3.1 Karar Verme Süreci	19
3.1.1 Problemin Tanımlanması	20
3.1.2 Alternatiflerin Belirlenmesi	21
3.1.3 Alternatiflerin Değerlendirilmesi	21
3.1.4 Uygun Alternatifin Seçilmesi	22
3.1.5 Kararın Uygulanması	22

3.1.6	Kararın Etkinliğinin Değerlendirilmesi	22
3.2	Çok Kriterli Karar Vermede Kullanılan Yöntemler	22
3.3	Personel Seçiminde Karar Verme	23
4	PROMETHEE YÖNTEMİ	27
4.1	PROMETHEE Yönteminin Çalışma Sistemi	27
4.1.1	Ağırlıklı Üstünlük Grafi.....	33
4.1.2	Ağırlıklı Üstünlük Grafinin Kullanılması	33
4.1.2.1	PROMETHEE I: Kısmı Öncelik Sıralaması	33
4.1.2.2	PROMETHEE II: Tam Öncelik Sıralaması	35
4.2	Dilsel Değişkenler	36
4.3	Sezgisel Bulanık PROMETHEE Yöntemi	37
4.4	Sezgisel Bulanık PROMETHEE Yönteminin Uygulama Aşamaları	38
4.4.1	Ağırlıklı Ortalamalar	38
4.4.2	Tercih Matrisi	39
5	UYGULAMA	43
6	SONUÇ VE ÖNERİLER	77
	KAYNAKÇA	79

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1:	Normal Olmayan Konveks Bulanık Küme	5
Şekil 2.2:	Normal ve Konveks Bulanık Küme	5
Şekil 2.3:	Konveks Olmayan Normal Bulanık Küme	6
Şekil 2.4:	Sezgisel Bulanık Yamuk Sayıların Grafiği	15
Şekil 2.5:	Sezgisel Bulanık Üçgensel Sayıların Grafiği	15
Şekil 3.1:	Karar Verme Süreci	20
Şekil 4.1:	Olağan Tip Kriter Fonksiyonunun Grafiği	30
Şekil 4.2:	U Tipi Kriter Fonksiyonunun Grafiği	30
Şekil 4.3:	Doğrusal Tercih Kriter Fonksiyonunun Grafiği	31
Şekil 4.4:	Seviye Tipi Kriter Fonksiyonunun Grafiği	31
Şekil 4.5:	Doğrusal Tercih ve İlgisiz Alan Kriterinin Grafiği	32

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 3.1:	Çok Kriterli Karar Vermede Kullanılan Yöntemler	23
Tablo 5.1:	Sözel Olarak Puanlanan Kriterlerin Sayısal Puan Karşılıkları	46
Tablo 5.2:	Kriterler ve Değerlendirme Şekilleri	48
Tablo 5.3:	Kriterlerin Önem Derecelerinin Üyelik ve Üye Olmama Değerleri	50
Tablo 5.4:	Adayların Kriterlere Göre Aldıkları Puanlar	51
Tablo 5.5:	Adayların Kriterlere Göre Aldıkları Puanların Karşılıkları	51
Tablo 5.6:	Akış Puanları	70
Tablo 5.7:	Net Akış Puanları	71
Tablo 5.8:	Klasik Değerlendirmede Adayların Alacakları Puanlar	72
Tablo 5.9:	Değerlendirmelerde İlk Dörde Giren Adaylar ve Puanları	73
Tablo 5.10:	Kriter Ağırlıklarının Değiştirilmesi İle Oluşan Yeni Sonuçlar	75
Tablo 5.11:	Farklı Değerlendirmelerde Elde Edilen Sıralamalar	76

1 GİRİŞ

Personel seçimi, günümüzde işletmelerin ve kuruluşların işleyişini ve çalışmasını doğrudan etkileyen kritik faktörlerden biridir. Doğru adayları seçmek, iş yerinin verimliliğini artırır, çalışanların motivasyonu yükseltir, iş yerinde oluşabilecek kaza risklerini azaltır ve şirketin veya kurumun rekabet avantajını güçlendirir. Personel seçimi, işletmelerin ya da kurumların rekabet avantajını da belirleyen bir faktör olduğu kadar, işletmelerin ya da kurumların başarısı için de önemli bir faktördür. Özellikle askeri personel seçimi, ülkenin savunma gücünü etkileyen bir konudur ve doğru seçimler ulusal güvenlik açısından büyük önem taşır. Bu nedenle askeri personel seçiminde, askeri birimlerin etkinliğinin ve verimliliğinin artması için doğru adayların seçilmesi gerekmektedir.

Personel seçimi, genellikle uzun vadede işletmelerin ya da kurumların başarısını doğrudan etkileyen bir faktördür. Doğru adayları seçmek, işletmelerin ya da kurumların uzun vadeli hedeflerine ulaşmalarına yardımcı olur. Yanlış adayların seçimi ise iş yerinde ki verimliliği düşürdüğünden ve iş yerinde oluşabilecek riskleri artırdığından dolayı çalıştıkları şirket ya da kurumların uzun vadeli hedeflerine ulaşmalarını zorlaştıracaktır. Sonuç olarak, personel seçimi günümüzde işletmelerin ya da kurumların başarısı için kritik bir faktördür.

Personel seçimi sürecinde, işletmeler yada kurumlar doğru adayları seçebilmeleri için birçok teknik ve analiz kullanılmaktadır. Bu teknikler arasında psikolojik testler, geleneksel seçim teknikleri, modern seçim teknikleri ve diğer seçim teknikleri yer almaktadır. Personel seçiminde işin gerektirdiği bir çok kriterin aday tarafından ne kadar karşılandığının ölçülmesi gerekmektedir. Bu nedenle personel seçimlerinde çok kriterli karar verme yöntemleri de kullanılmaktadır. Çok kriterli karar verme yöntemleri, birbiriyle çatışan birden fazla kriteri karşılayan olası "en iyi/uygun" çözüme ulaşmaya çalışan yaklaşım ve yöntemlerden oluşmaktadır. Bu yöntemler arasında sezgisel bulanık kümeleri kullanan sezgisel bulanık PROMETHEE yöntemi de yer almaktadır. Sezgisel bulanık PROMETHEE yöntemi çok kriterli karar verme yöntemi olan PROMETHEE yönteminin, sezgisel bulanık kümeler ile genişletilmesinden oluşur. Bu yöntem, karar vericinin bir karar verme problemi için uygun olan alternatifini belirsizlik ve tereddüt altında seçmesine yardımcı olur.

Bu çalışmada amacımız personel seçiminde sezgisel bulanık PROMETHEE yönteminin kullanımının avantajlarını göstermek ve ulusal güvenliğin en büyük parçasından biri olan askeri personellerin seçimi için sezgisel bulanık PROMETHEE kullanılarak örnek bir personel seçme

yöntem geliştirmektir. Schmidt ve arkadaşları çalışmalarında personel seçiminde genel yetenek testlerinin geçerliliğinin yüksek olduğunu ve yapılandırılmış mülakat gibi diğerkriterlerle ölçme işleminin birleştirilmesinin geçerliliğini arttırdığını göstermiştir (Schmidt ve Hunter, 1998). Bu sebeple geliştirdiğimiz yöntemde adaylar ön elemelerden geçtikleri var sayılarak, yapılandırılmış sözlü mülakat, fiziki yeterlilik testi ve kamu personeli seçme sınavından aldıkları puanlar üzerinden tek seferde değerlendirilmektedir. Uygulama kısmında ise belli bir aday havuzu için dört farklı değerlendirme yapılacaktır. Bu değerlendirmelerden üçü sezgisel bulanık PROMETHEE yöntemi ile bir tanesi ise klasik değerlendirme şeklinde olacaktır. Sezgisel bulanık PROMETHEE ile yapacağımız değerlendirmelerde sadece kriter üye olma değerlerini değıştirilerek sonuçlarda ki değışmeler incelenecek ve en son bütün değerlendirmelerde oluşan sıralamalar incelenecektir.

2 TEMEL TANIM VE TEOREMLER

2.1 Bulanık Mantık

Hayattaki bazı olayları kesin tanımlarla açıklamak imkansızdır çünkü günlük hayatta kullandığımız birçok cümle tam olarak kesinlik içermemektedir. Bir olayı açıklarken, bir nesneyi tanımlarken, iki nesneyi birbiriyle kıyaslarken kullandığımız sayısal veya sözel ifadeler belirsizlik içerir. Bulanık mantık sayısal ya da sözel ifadelerin daha anlaşılabilir ve üzerinde işlem yapılabilir hale gelmesi için kullanılır.

Klasik mantık doğru-yanlış, siyah-beyaz gibi kesin ifadeleri 0 ve 1 olarak değerlendirilmektedir. Klasik mantığın günlük hayattaki cümlelere yetersiz kalmasından dolayı Lotfi Aliasker Zadeh bulanık mantığı ve bulanık küme teorisini geliştirmiştir (Zadeh, 1965). Bulanık mantıkta doğru - yanlış yerine doğruluğun veya yanlışlığın derecesi, siyah veya beyaz yerine grinin dereceleri vardır demiştir. Bulanık mantığın bize tanıdığı bu değerler arasındaki esneklik klasik mantığın yetersizliğini kısmen ortadan kaldırmaktadır.

Örneğin havayı değerlendirirken dünkü havanın bugünkü havadan güzel olarak ifade etmemiz gibi. Bu değerlendirmede havanın bir önceki güne göre güzel olmasının nedeni belirsizdir. Bu neden havanın sıcaklığı, nemi, gökyüzünün bulutsuz olması yada yağışın az olması olabilir. Günlük olarak kullandığımız bulanık ifadelere örnek verirse eğer; yaşlı, genç, çok genç, çok yaşlı, hafif kısa, çok uzun, ılık, sıcak, soğuk, güzel, çirkin, başarılı başarısız, çok başarılı, yeterli, yetersiz, çok hızlı, yavaş, çok yavaş gibi ifadeler kesinlik içermediğinden bulanık terimlerdir. Hayatımızda gelişen olayları incelerken veya karar verirken bu şekilde bulanık terimler kullanırız. Yemeğe atılan tuz eğer az geldiyse biz bu durumda, yemeğe hiç tuz atılmamış, yemek tuzsuz ya da az tuzlu gibi ifadeler kullanırız, kullandığımız bu ifadelere göre ve kendimize göre yemeğe bir miktar tuz atarak, yemeğin tuz dengesini sağlarız. Yemeğin tuzsuzluğu ve attığımız tuz değeri bulanık birer değerdir. Bir başka ifadeyle tuzlu/tuzsuz, şekerli/şekersiz oranı kişiye göre değişir.

2.1.1 Bulanık Mantığın Tarihsel Gelişimi

Bulanık mantık, 20. yüzyılın ortalarında Azeri matematikçi ve bilgisayar bilimci Lotfi Zadeh tarafından geliştirilen bir mantıktır. Bulanık mantık, karar verme sürecinde karşımıza çıkan bazı kavramların ve değerlerin belirsizliğini gidermeye yardımcı olur. Bulanık mantık,

bulanık kümeler adı verilen matematiksel yapıları kullanarak karar verme sürecini destekler.

Lotfi Zadeh, bulanık mantığın ilk önerisini 1965 yılında "Fuzzy Sets" adlı bir makalede yayımlamıştır (Zadeh, 1965). Bu makalede, Zadeh bulanık kümeleri tanımlamış ve bu kümelerin nasıl kullanılabileceğini açıklamıştır. Daha sonra, Zadeh bulanık mantığın diğer kavramlarını da geliştirmeye devam etmiştir.

Bulanık mantık, ilk olarak matematik, bilgisayar bilimi ve makine öğrenimi alanlarında kullanılmıştır. Ancak daha sonra bu yöntem, birçok farklı alanda da kullanılmaya başlanmıştır. Örneğin bulanık mantık, ekonomi, sağlık, tarım, gıda, insan kaynakları, kontrol mekanizmalarının kurulması gibi.

Bugün, bulanık mantık birçok farklı alanda kullanılmakta ve bu yöntemin kullanımı giderek daha da yaygınlaşmaktadır. Bulanık mantık, karar verme süreçlerinde karşımıza çıkan belirsizlikleri gidermeye yardımcı olması sayesinde önemli bir mantık çeşidi olarak kabul edilmektedir.

2.1.2 Bulanık Kümeler

Klasik küme ile bulanık kümeler arasında elemanların kümeye ait olma durumları ile ilgili farklılıklar vardır.

Tanım 2.1.1 *Klasik küme teorisinde A kümesi bir X kümesinin alt kümesi olsun. Bu A kümesinin üyelik fonksiyonu $\mu_A : X \rightarrow \{0, 1\}$ ve karakteristik fonksiyonu*

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 & x \in A \\ 0 & x \notin A \end{cases} \quad (2.1)$$

şeklinde tanımlanır.

Bulanık küme teorisinde ise her elemanın kümeye üyelik derecesi vardır. Bu üyelik derecesi, her bir eleman için $[0, 1]$ aralığında bir değer atayan üyelik fonksiyonu ile belirlenir.

Tanım 2.1.2 *X boş olmayan bir küme ve $x \in X$ olsun. $\mu_A(x) : X \rightarrow [0, 1]$ şeklinde tanımlansın. Her $x \in X$ için $\mu_A(x)$ değeri, x 'in A kümesine ait olma derecesini gösterir ve $\mu_A(x)$ fonksiyonuna üyelik fonksiyonu denir. X 'te tanımlanan bu A bulanık kümesi $A = \{(x, \mu_A(x)) : x \in X\}$ şeklinde ifade edilir (Zadeh, 1965).*

Üyelik fonksiyonu kısaca bir evrensel kümenin elemanlarını $[0, 1]$ aralığındaki değerlere eşleyen bir fonksiyondur.

Tanım 2.1.3 *A bulanık kümesinde bir elemanın üyelik derecesi $\mu_A(x)$ iken, $1 - \mu_A(x)$ derecesine üye olmama derecesi denir (Zadeh, 1965).*

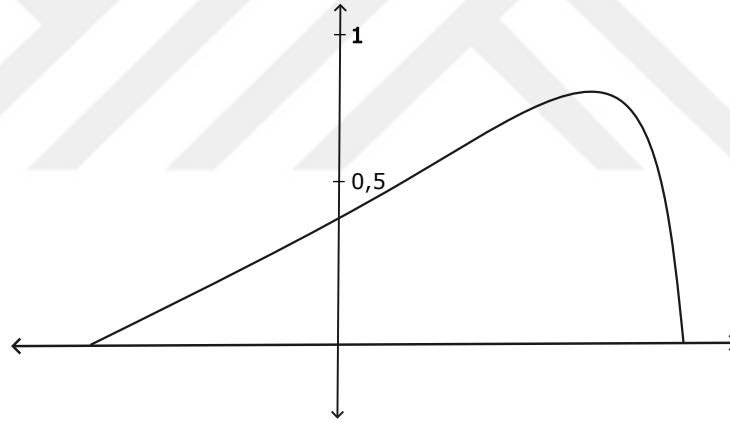
Tanım 2.1.4 *A bulanık kümesinde ki en az bir eleman için eğer üyelik değeri 1'e eşit ise bu bulanık A kümesine normaldir denir (Kaufmann ve Gupta, 1986).*

Tanım 2.1.5 *A bulanık kümesindeki $\forall x_1, x_2 \in X$ için $\forall \lambda \in [0, 1]$ olmak üzere;*

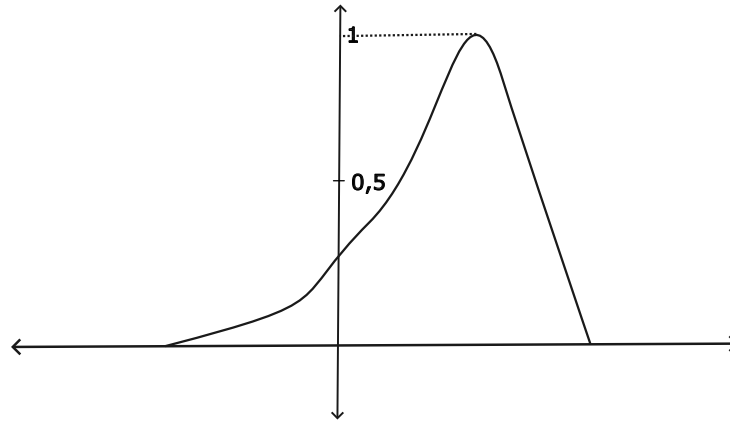
$$\mu_A(\lambda x_1 + (1 - \lambda)x_2) \geq \min(\mu_A(x_1), \mu_A(x_2)) \quad (2.2)$$

eşitsizliği sağlanıyorsa A bulanık kümesine konvektir denir (Kaufmann ve Gupta, 1986).

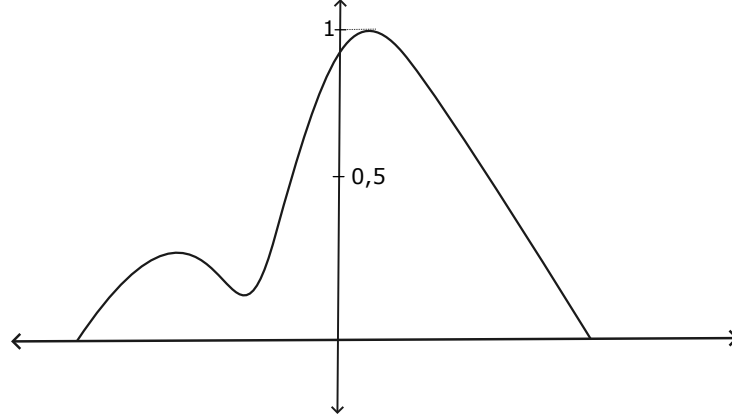
Anand ve Bharatraj bulanık sayı ile ilgili fikrini” “Bulanık sayı, normal bir gerçek sayının genelleştirilmesidir. Bağlı bir değerler kümesine işaret eder, her olası değer 0 ve 1 arasında kendi ağırlığı vardır. Bu nedenle, bulanık sayı, gerçek çizgisinin düzgün, normalleştirilmiş bulanık kümesinin özel bir durumudur.” şeklinde özetlemiştir (Anand ve Bharatraj, 2017).



Şekil 2.1: Normal Olmayan Konveks Bulanık Küme



Şekil 2.2: Normal ve Konveks Bulanık Küme



Şekil 2.3: Konveks Olmayan Normal Bulanık Küme

Tanım 2.1.6 $\forall x, a_1, a_2, a_3 \in \mathbb{R}$ ve $a_1 < a_2 < a_3$ için;

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0 & x \leq a_1 \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1} & a_1 < x \leq a_2 \\ \frac{a_3 - x}{a_3 - a_2} & a_2 < x \leq a_3 \\ 0 & a_3 < x \end{cases} \quad (2.3)$$

şeklinde ifade edilen bulanık sayıya üçgensel bulanık sayı denir. Üçgensel bulanık sayılar $A = (a_1, a_2, a_3)$ şeklinde gösterilir (Sudha ve Jayalalitha, 2020).

Tanım 2.1.7 $a_1, a_2, a_3, b_1, b_2, b_3 \in \mathbb{R}^+$ olmak üzere $A = (a_1, a_2, a_3)$ ve $B = (b_1, b_2, b_3)$ bulanık üçgensel sayıları tanımlansın. Aşağıdaki dört işlem bu bulanık üçgensel sayılar üzerinde tanımlıdır; (Sudha ve Jayalalitha, 2020)

$$A(+)B = (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3) \quad (2.4)$$

$$A(-)B = (a_1 - b_3, a_2 - b_2, a_3 - b_1) \quad (2.5)$$

$$A(.)B = (\min\{a_1 \cdot b_1, a_1 \cdot b_3, a_3 \cdot b_1, a_3 \cdot b_3\}, a_2 \cdot b_2, \max\{a_1 \cdot b_1, a_1 \cdot b_3, a_3 \cdot b_1, a_3 \cdot b_3\}) \quad (2.6)$$

$$A(/)B = (\min\{a_1/b_1, a_1/b_3, a_3/b_1, a_3/b_3\}, a_2/b_2, \max\{a_1/b_1, a_1/b_3, a_3/b_1, a_3/b_3\}) \quad (2.7)$$

2.1.3 Bulanık Kümeler Üzerinde Temel İşlemler

Klasik kümelerde bulunan küme işlemlerinin benzerleri bulanık kümelerde de tanımlanmıştır. Bulanık kümenin tanımı klasik kümeden farklı olduğundan, bulanık kümeler üzerinde tanımlanan

işlemler klasik küme üzerinde tanımlanan işlemlerden farklıdır. Bulanık kümelerin kullanıldığı alana göre yeni işlemler tanımlanabilmektedir (Lee, 2005).

- **Tümleyen:** X üzerinde bir A bulanık kümesi tanımlansın. Bu A kümesinin tümleyen bulanık kümesi $\bar{A}$ şeklinde gösterilir. Bu kümenin üyelik fonksiyonu aşağıdaki şekildedir.

$$\mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x) \quad (2.8)$$

- **Birleşim:** X üzerinde A ve B bulanık kümeleri tanımlansın. A ve B nin birleşimi olan $A \cup B$ şeklinde gösterilir ve bu kümenin üyelik fonksiyonu

$$\forall x \in X, \mu_{A \cup B}(x) = \text{Max}\{\mu_A(x), \mu_B(x)\} \quad (2.9)$$

- **Kesişim:** X üzerinde A ve B bulanık kümeleri tanımlansın.

$$\forall x \in X, \mu_{A \cap B}(x) = \text{Min}\{\mu_A(x), \mu_B(x)\} \quad (2.10)$$

- **Kapsama:** X üzerinde A ve B bulanık kümeleri tanımlansın. Eğer $\forall x \in X$ için

$$\forall x \in X, \mu_A(x) \leq \mu_B(x) \quad (2.11)$$

şartı sağlanıyorsa B , A yı kapsıyor denir ve $(A \subset B)$ şeklinde gösterilir.

Temel Bulanık Küme Operatörlerinin Bazı Özellikleri

Boştan farklı bir X kümesi üzerinde, A, B ve C bulanık kümeleri tanımlansın. Aşağıdaki özellikler sağlanır (Zadeh, 1965).

- $\bar{\bar{A}} = A$
- $A \cup B = B \cup A$
 $A \cap B = B \cap A$
- $(A \cup B) \cup C = A \cup (B \cup C)$
 $(A \cap B) \cap C = A \cap (B \cap C)$
- $A \cap (B \cup C) = (A \cap B) \cup (A \cap C)$
 $A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap (A \cup C)$

- $A \cap X = A$
 $A \cup X = X$
- $A \cup (A \cap B) = A$
 $A \cap (A \cup B) = A$
- $A \cup X = x$
 $A \cap X = A$
- $A \cup \emptyset = A$
 $A \cap \emptyset = \emptyset$
- $\overline{A \cup B} = \bar{A} \cap \bar{B}$
 $\overline{A \cap B} = \bar{A} \cup \bar{B}$
- $(\bar{A} \cup B) \cap (A \cup \bar{B}) = (\bar{A} \cap \bar{B}) \cup (A \cap B)$
 $(\bar{A} \cap B) \cup (A \cap \bar{B}) = (\bar{A} \cup \bar{B}) \cap (A \cup B)$

2.2 Sezgisel Bulanık Kümeler

Sezgisel bulanık kümeler ilk olarak Krassimir T. Atanassov tarafından tanımlanmıştır (K. T. Atanassov, 1983). Atanassov sezgisel bulanık kümeleri, bulanık kümelerin elemanlarının üye olmama değerlerini ekleyerek tanımlamıştır. Bu sebeple bulanık kümelerde bulunan bir çok özellik sezgisel bulanık kümelerde de geçerli olmuştur.

Sezgisel bulanık kümeler, bulanık kümelerin bir genişletilmesidir ve çeşitli tasarım, analiz ve yönetim görevlerinde kullanılabilir. Sezgisel bulanık kümeler hem uygulamalı hem de teorik bir çok alanda kullanılmıştır bunlardan bir kaçısı aşağıdaki gibidir;

- Ölçüm ve sensör verileri: Sezgisel bulanık mantık, sensör verilerini toplamak, işlemek ve yorumlamak için kullanılabilir. Örneğin, bir otomobil motor kontrol sisteminde, sensörlerden toplanan veriler kullanılarak motor performansının bulanık değerlendirilmesi yapılabilir (Yu ve arkadaşları., 2015).
- Eğitim: Tuğrul ve Çitil, sezgisel bulanık mantık ve PROMETHEE yöntemini kullanarak eğitimde akıllı bir değerlendirme sistemi kurmuşlardır. PROMETHEE yöntemi kullanılarak okulların başarı sıralaması analiz edilmiş ve bu sıralamadaki okullar arasından en başarılı okul belirlenmiştir (Tuğrul ve Citi, 2021)

- Güvenlik sistemleri: Sezgisel bulanık mantık, çevrim içi işlem dolandırıcılıkları için dolandırıcılık tespit algoritması önerilmiştir. Sahtekarlıkları tespit etmek için sezgisel bulanık mantık ve C4.5 karar ağacı kullanarak bir karar ağacı IFDTC 4.5 geliştirilmiştir (Askari ve Hussain, 2020).
- Sınıflandırma ve kategorizasyon: Sezgisel bulanık mantık, verilerin sınıflandırılması ve kategorize edilmesi görevlerinde kullanılabilir. Örneğin, bir kredi değerlendirme sisteminde, müşterilerin geçmiş kredi geçmişleri kullanılarak, onların risk seviyelerinin bulanık olarak değerlendirilmesi yapılabilir (Hajiagha ve arkadaşları., 2013).
- Karar destek sistemleri: Sezgisel bulanık mantık, karar destek sistemlerinde kullanılabilir. Örneğin, bir işletmenin yatırım kararları verirken, pazar trendleri, finansal veriler ve diğer etkenlerin bulanık değerlendirilmesi yapılabilir.
- Kontrol sistemleri: Sezgisel bulanık mantık, kontrol sistemlerinde kullanılabilir. Örneğin, bir tesisin enerji tasarrufu sağlamak amacıyla ısıtma, soğutma ve ilgili diğer sistemlerin bulanık olarak yönetimi yapılabilir (Akram ve arkadaşları., 2013).
- Tarım: Belirlenen bir tarım alanında gerekli olan ilaçlama ve gübreleme miktarı belirlenebilir. Bu sayede sadece gerekli miktarda ilaç ve gübre kullanılarak tasarruf sağlanabilir (Çuvalcıoğlu ve arkadaşları., 2018)
- Sezgisel bulanık kümeler üzerinde cebirsel gruplar, halkalar ve modüller kurulmuş ve incelenmiştir (Tarsuslu ve arkadaşları., 2018).

Tanım 2.2.1 *X boştan farklı bir küme olsun;*

$$\mu_{\tilde{A}}, \nu_{\tilde{A}} : X \rightarrow [0, 1]$$

ve $\forall x \in X$ için

$$0 \leq \mu_{\tilde{A}}(x) + \nu_{\tilde{A}}(x) \leq 1 \quad (2.12)$$

şartını sağlayan

$$\tilde{A} = \{\langle x, \mu_{\tilde{A}}(x), \nu_{\tilde{A}}(x) \rangle | x \in X\} \quad (2.13)$$

kümesine X üzerinde bir $\tilde{A}$ sezgisel bulanık küme denir ve kısaca $\tilde{A} \in IFS(X)$ ile gösterilir (K. T. Atanassov, 1983).

Burada ki $\mu_{\tilde{A}}(x)$ ve $\nu_{\tilde{A}}(x)$ her $x \in X$ için sırasıyla, x 'in $\tilde{A}$ sezgisel bulanık kümesine üye olma ve üye olmama derecesini göstermektedir.

Tanım 2.2.2 $\tilde{A} \in IFS(X)$ olmak üzere $\forall x \in X$ için tanımlanan $\pi_{\tilde{A}}(x) \rightarrow [0, 1]$ fonksiyonuna belirsizlik veya hassasiyet derecesi denir. $\pi_{\tilde{A}}$ aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır (De ve arkadaşları., 2000).

$$\pi_{\tilde{A}}(x) = 1 - \mu_{\tilde{A}}(x) - \nu_{\tilde{A}}(x) \quad (2.14)$$

B bulanık bir küme olmak üzere, B bulanık kümesindeki $\forall x \in B$ için $\mu_B(x)$, x elemanının üyelik derecesini göstermektedir. Aynı şekilde B bulanık kümesindeki $\forall x \in B$ için $\nu_B(x)$, x elemanının üye olmama derecesini göstermektedir. B bulanık küme olduğundan $\mu_B(x) + \nu_B(x) = 1$ dir. B bulanık kümesindeki her x elemanı için (2.12) eşitsizliği sağlandığından ve $\pi_B(x) = 0$ olduğundan her bulanık kümenin, belirsizlik derecesi 0 olan bir sezgisel bulanık küme olduğu açıktır.

Tanım 2.2.3 Herhangi bir $x \in X$ elemanının $\tilde{A}$ içindeki sezgisel bulanık değeri $\langle \mu_{\tilde{A}}(x), \nu_{\tilde{A}}(x) \rangle$ şeklinde ifade edilir (K. T. Atanassov, 1983).

Tanım 2.2.4 $\tilde{a} = \langle \mu_{\tilde{a}}, \nu_{\tilde{a}} \rangle$ şeklinde bir sezgisel bulanık değer tanımlanmış olsun. $\tilde{a}$ için "Score" $S(\tilde{a})$ değeri;

$$S(\tilde{a}) = \mu_{\tilde{a}} - \nu_{\tilde{a}} \quad (2.15)$$

şeklinde tanımlanmıştır (Chen ve Tan, 1994).

$\mu_{\tilde{a}}, \nu_{\tilde{a}}$ değerlerinin tanımı gereği $[0, 1]$ arasında değer aldığından $S(\tilde{a})$, $[-1, 1]$ arasında değer almaktadır. $S(\tilde{a})$ değerinin büyüdükçe, $\tilde{a}$ sezgisel bulanık değeri de büyür.

Tanım 2.2.5 $\tilde{a} = \langle \mu_{\tilde{a}}, \nu_{\tilde{a}} \rangle$ şeklinde bir sezgisel bulanık değer tanımlanmış olsun. $\tilde{a}$ için "Accuracy" $H(\tilde{a})$ değeri;

$$H(\tilde{a}) = \mu_{\tilde{a}} + \nu_{\tilde{a}} \quad (2.16)$$

şeklinde tanımlanmıştır (Hong ve Choi, 2000).

$\mu_{\tilde{a}}, \nu_{\tilde{a}}$ değerlerinin tanımı gereği $[0, 1]$ arasında değer aldığından $H(\tilde{a})$, $[0, 1]$ arasında değer almaktadır. $H(\tilde{a})$ değerini büyüdükçe, $\tilde{a}$ sezgisel bulanık değeri de büyür.

Sezgisel bulanık değerlerin arasında büyüklük ilişkisi $S(\tilde{a})$ ve $H(\tilde{a})$ değerlerine bakılarak karar verilir.

Tanım 2.2.6 İki sezgisel bulanık değer $\tilde{a} = \langle \mu_{\tilde{a}}, \nu_{\tilde{a}} \rangle$ ve $\tilde{b} = \langle \mu_{\tilde{b}}, \nu_{\tilde{b}} \rangle$ tanımlansın. Bu iki sezgisel bulanık değer arasında aşağıdaki durumlardan biri geçerlidir; (Xu ve Yager, 2006)

- $S(\tilde{a}) > S(\tilde{b})$ ise $\tilde{a} > \tilde{b}$ dir.
- $S(\tilde{b}) > S(\tilde{a})$ ise $\tilde{b} > \tilde{a}$ dır.
- $S(\tilde{a}) = S(\tilde{b})$ durumunda, eğer $H(\tilde{a}) > H(\tilde{b})$ ise $\tilde{a} > \tilde{b}$, $H(\tilde{b}) > H(\tilde{a})$ ise $\tilde{b} > \tilde{a}$, $H(\tilde{a}) = H(\tilde{b})$ ise $\tilde{a} = \tilde{b}$ dir.

2.2.1 Sezgisel Bulanık Kümeler Üzerinde İşlemler

Tanım 2.2.7 $\tilde{A}$ ve $\tilde{B}$, bir E kümesi üzerinde tanımlanmış iki sezgisel bulanık küme olmak üzere aşağıdaki özellikleri sağlarlar; (De ve arkadaşları., 2000)

- $\tilde{A} \subset \tilde{B} \Leftrightarrow \forall x \in E, \mu_{\tilde{A}}(x) \leq \mu_{\tilde{B}}(x)$ ve $\nu_{\tilde{A}}(x) \geq \nu_{\tilde{B}}(x)$
- $\tilde{A} = \tilde{B} \Leftrightarrow \forall x \in E, \mu_{\tilde{A}}(x) = \mu_{\tilde{B}}(x)$ ve $\nu_{\tilde{A}}(x) = \nu_{\tilde{B}}(x)$
- $\bar{\tilde{A}} = \{ \langle x, \nu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{A}}(x) \rangle | x \in E \}$
- $\tilde{A} \cap \tilde{B} = \{ \langle x, \min\{\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)\}, \max\{\nu_{\tilde{A}}(x), \nu_{\tilde{B}}(x)\} \rangle | x \in E \}$
- $\tilde{A} \cup \tilde{B} = \{ \langle x, \max\{\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)\}, \min\{\nu_{\tilde{A}}(x), \nu_{\tilde{B}}(x)\} \rangle | x \in E \}$
- $\tilde{A} + \tilde{B} = \{ \langle x, \mu_{\tilde{A}}(x) + \mu_{\tilde{B}}(x) - \mu_{\tilde{A}}(x) \cdot \mu_{\tilde{B}}(x), \nu_{\tilde{A}}(x) \cdot \nu_{\tilde{B}}(x) \rangle | x \in E \}$
- $\tilde{A} \cdot \tilde{B} = \{ \langle x, \mu_{\tilde{A}}(x) \cdot \mu_{\tilde{B}}(x), \nu_{\tilde{A}}(x) + \nu_{\tilde{B}}(x) - \nu_{\tilde{A}}(x) \cdot \nu_{\tilde{B}}(x) \rangle | x \in E \}$
- $\lambda \tilde{A} = \{ \langle x, 1 - (1 - \mu_{\tilde{A}}(x))^\lambda, (\nu_{\tilde{A}}(x))^\lambda \rangle | x \in E \}$
- $\tilde{A}^\lambda = \{ \langle x, (\mu_{\tilde{A}}(x))^\lambda, 1 - (1 - \nu_{\tilde{A}}(x))^\lambda \rangle | x \in E \}$

Sezgisel bulanık kümeler üzerinde birden çok uzaklık fonksiyonu tanımlanmıştır. Bunlardan en sık kullanılanları aşağıdaki gibidir.

Tanım 2.2.8 A ve B , bir E kümesi üzerinde tanımlanmış iki sezgisel bulanık küme olmak üzere; bu iki sezgisel küme arasındaki Hamming uzaklığı ;

$$d_H(\tilde{A}, \tilde{B}) = \sum_{i=1}^N \frac{|\mu_{\tilde{A}}(x_i) - \mu_{\tilde{B}}(x_i)| + |\nu_{\tilde{A}}(x_i) - \nu_{\tilde{B}}(x_i)|}{2} \quad (2.17)$$

$$0 \leq d_H(\tilde{A}, \tilde{B}) \leq N \quad (De ve arkadaşları., 2000)$$

Tanım 2.2.9 A ve B , bir E kümesi üzerinde tanımlanmış iki sezgisel bulanık küme olmak üzere; bu iki sezgisel küme arasındaki Euclidean uzaklığı;

$$d_H(\tilde{A}, \tilde{B}) = \left[\sum_{i=1}^n \frac{[\mu_{\tilde{A}}(x_i) - \mu_{\tilde{B}}(x_i)]^2 + [\nu_{\tilde{A}}(x_i) - \nu_{\tilde{B}}(x_i)]^2}{2} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2.18)$$

şeklinde tanımlanmıştır. Euclidean uzaklığı iki sezgisel bulanık küme arasındaki uzaklığı geometrik anlamda ifade eder. Kümeler birbirine ne kadar yakınsa, uzaklık o kadar küçük olur (De ve arkadaşları., 2000).

Tanım 2.2.10 Sezgisel bulanık değerler üzerinde aşağıdaki işlemler tanımlanmıştır. $\tilde{a} = \langle \mu_{\tilde{a}}, \nu_{\tilde{a}} \rangle$ ve $\tilde{b} = \langle \mu_{\tilde{b}}, \nu_{\tilde{b}} \rangle$ sezgisel iki bulanık değer olmak üzere; (Xu ve Yager, 2006)

$$(1) \quad \tilde{a} \otimes \tilde{b} = \langle \mu_{\tilde{a}}\mu_{\tilde{b}}, \nu_{\tilde{a}} + \nu_{\tilde{b}} - \nu_{\tilde{a}}\nu_{\tilde{b}} \rangle \quad (2.19)$$

$$(2) \quad \tilde{a} \oplus \tilde{b} = \langle \mu_{\tilde{a}} + \mu_{\tilde{b}} - \mu_{\tilde{a}}\mu_{\tilde{b}}, \nu_{\tilde{a}}\nu_{\tilde{b}} \rangle \quad (2.20)$$

$$(3) \quad \bigoplus_{j=1}^m \tilde{a}_j = \langle 1 - \prod_{j=1}^m (1 - \mu_j), \prod_{j=1}^m \nu_j \rangle \quad (2.21)$$

$$(4) \quad \bigotimes_{j=1}^m \tilde{a}_j = \langle \prod_{j=1}^m \mu_j, \prod_{j=1}^m (1 - \nu_j) \rangle \quad (2.22)$$

$$(5) \quad \tilde{a}^\lambda = \langle \mu_{\tilde{a}}^\lambda, 1 - (1 - \nu_{\tilde{a}}^\lambda) \rangle, \lambda > 0 \quad (2.23)$$

$$(6) \quad \lambda \tilde{a} = \langle (1 - (1 - \mu_{\tilde{a}})^\lambda)^\lambda, \nu_{\tilde{a}}^\lambda \rangle, \lambda > 0 \quad (2.24)$$

2.2.2 Sezgisel Bulanık Sayılar

Bulanık küme kavramı Zadeh tarafından ortaya atılmıştır. Atanassov bulanık küme kavramının eksikliklerini gidermek ve daha da genelleştirmek için bulanık küme kavramını genişleterek sezgisel bulanık kümelerle genelleştirmiştir. Bulanık sayı kavramı, Dubois ve Prade tarafından kesin olmayan sayısal büyüklükleri matematiksel olarak ifade etmek ve üzerinde işlem yapmak için geliştirmiştir (Dubois, 1980). Sezgisel bulanık sayılar kavramı Xu ve Yager tarafından tanıtılmıştır (Xu ve Yager, 2006). Sezgisel bulanık sayılar üye olma ve üye olmama fonksiyonları ile karakterize edildiğinden; karar verme, mantık programlama, makine öğrenimi, bilgi sistemleri gibi birçok alanda belirsizliği ve kesin olmayan veriyi karakterize etmek için kullanılan güçlü bir alternatif araçtır.

Tanım 2.2.11 $\tilde{A}$ sezgisel bulanık küme olmak üzere, $\tilde{A} = \{(x, \mu_{\tilde{A}}, \nu_{\tilde{A}} | x \in \mathbb{R})\}$ şeklinde tanımlansın. Aşağıdaki şartları sağlayan sezgisel bulanık kümelere sezgisel bulanık sayı denir (Melliani ve Chadli, 2000).

- a) $\tilde{A}$ sezgisel bulanık kümesi normal olmalıdır. Yani en az iki nokta için $x_0, x_1 \in X$ olmak üzere $\mu_{\tilde{A}}(x_0) = 1$ ve $\nu_{\tilde{A}}(x_1) = 1$ olmalıdır.
- b) $\tilde{A}$ sezgisel bulanık kümesi konveks olmalıdır. Yani μ üyelik fonksiyonu bulanık konveks, ν üye olmama fonksiyonu bulanık konkav olmalıdır.
- c) μ üyelik fonksiyonu üstten yarı sürekli, ν üye olmama fonksiyonu alttan yarı sürekli olmalı.
- d) $\sup \tilde{A} = \{x \in X | \nu_{\tilde{A}}(x) < 1\}$ üstten sınırlı olmalı.

Yukarıdaki tanıma göre herhangi bir sezgisel bulanık sayı için sekiz adet özel nokta tanımlanabilir. Bu noktalar $a_1, a_2, a_3, a_4, b_1, b_2, b_3, b_4 \in \mathbb{R}$ olmak üzere; $b_1 \leq a_1 \leq b_2 \leq a_2 \leq a_3 \leq b_3 \leq a_4 \leq b_4$ şartını sağlayan parametreler sezgisel bulanık sayının köşeleridir. Sezgisel bulanık sayıların üyelik fonksiyonu genel olarak aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır.

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0 & , \quad x < a_1 \\ f_{\tilde{A}}(x) & , \quad a_1 \leq x \leq a_2 \\ 1 & , \quad a_2 \leq x \leq a_3 \\ g_{\tilde{A}}(x) & , \quad a_3 \leq x \leq a_4 \\ 0 & , \quad a_4 < x \end{cases} \quad (2.25)$$

Sezgisel bulanık sayıların üye olmama fonksiyonu genel olarak aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır.

$$\nu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 1 & , \quad x < b_1 \\ h_{\tilde{A}}(x) & , \quad b_1 \leq x \leq b_2 \\ 0 & , \quad b_2 \leq x \leq b_3 \\ k_{\tilde{A}}(x) & , \quad b_3 \leq x \leq b_4 \\ 1 & , \quad b_4 < x \end{cases} \quad (2.26)$$

Yukarıda ki $f_{\tilde{A}}, g_{\tilde{A}}, h_{\tilde{A}}, k_{\tilde{A}}$ fonksiyonlarına sezgisel bulanık sayının kenarları denmektedir. Burada $f_{\tilde{A}}, g_{\tilde{A}}, h_{\tilde{A}}, k_{\tilde{A}} : \mathbb{R} \rightarrow [0, 1]$ şeklinde tanımlanmıştır. $f_{\tilde{A}}, k_{\tilde{A}}$ azalmayan fonksiyon ve $g_{\tilde{A}}, h_{\tilde{A}}$ artmayan fonksiyondur (Nehi ve Maleki, 2005).

Yukarıda ki tanımlardan anlaşılacağı gibi her sezgisel bulanık sayı iki bulanık sayının birleşimidir. Eğer A^+ bulanık sayısının üyelik fonksiyonu $\mu_A^+(x) = \mu_{\tilde{A}}(x)$ ve A^- bulanık sayısının üyelik fonksiyonu $\mu_A^- = 1 - v_{\tilde{A}}(x)$ şeklinde seçilerek iki bulanık sayı elde edilebilir. Bu bulanık sayılar için $suppA^+ \subseteq suppA^-$ olduğu için $\tilde{A}$ sezgisel bulanık sayısı iki bulanık sayının birleşimi olarak yazılabilir (Nehi ve Maleki, 2005).

2.2.2.1 Sezgisel Bulanık Yamuk Sayılar

Özel olarak $f_{\tilde{A}}$ ve $k_{\tilde{A}}$ azalan doğrusal fonksiyon, $g_{\tilde{A}}$ ve $h_{\tilde{A}}$ artan doğrusal fonksiyon olarak seçilirse yamuk sezgisel bulanık sayılar elde edilir.

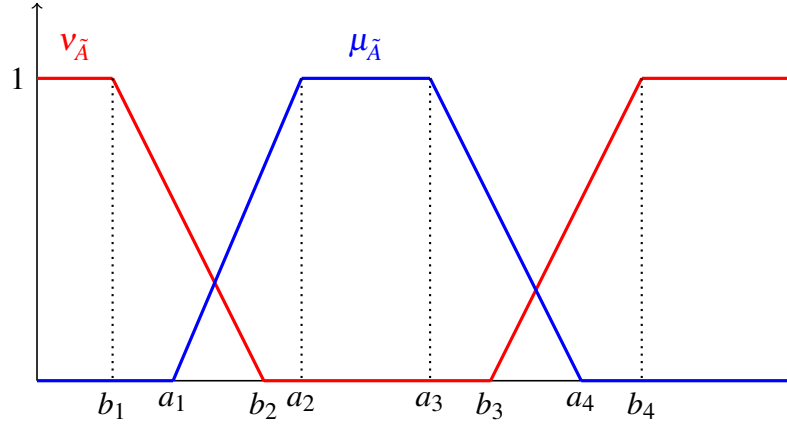
Tanım 2.2.12 $\tilde{A}$ sezgisel bulanık yamuk sayı olsun. Bu $\tilde{A}$ sayısı, $b_1 \leq a_1 \leq b_2 \leq a_2 \leq a_3 \leq b_3 \leq a_4 \leq b_4$ şartını sağlayan parametreler ile $\tilde{A} = (b_1, a_1, b_2, a_2, a_3, b_3, a_4, b_4)$ şeklinde gösterilir. $\tilde{A}$ sezgisel bulanık yamuk sayısının üyelik fonksiyonu;

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0 & , & x < a_1 \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1} & , & a_1 \leq x \leq a_2 \\ 1 & , & a_2 \leq x \leq a_3 \\ \frac{x - a_4}{a_3 - a_4} & , & a_3 \leq x \leq a_4 \\ 0 & , & a_4 < x \end{cases} \quad (2.27)$$

şeklindedir ve üye olmama fonksiyonu;

$$v_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 1 & , & x < a_1 \\ \frac{x - b_2}{b_1 - b_2} & , & b_1 \leq x \leq b_2 \\ 0 & , & a_2 \leq x \leq b_3 \\ \frac{x - b_3}{b_4 - b_3} & , & b_3 \leq x \leq b_4 \\ 1 & , & b_4 < x \end{cases} \quad (2.28)$$

şeklindedir.



Şekil 2.4: Sezgisel Bulanık Yamuk Sayıların Grafiği

2.2.2.2 Sezgisel Bulanık Üçgensel Sayılar

Sezgisel bulanık üçgensel sayılar, sezgisel bulanık yamuk sayıların bir özel halidir. Bu sayılar sezgisel bulanık yamuk sayıların sağladığı özellikleri sağlar.

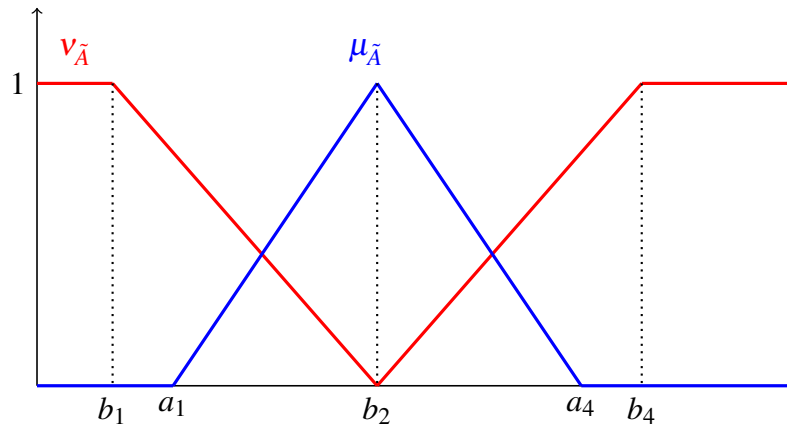
Tanım 2.2.13 $\tilde{A}$ bir sezgisel bulanık yamuk sayı olmak üzere, eğer $b_2 = b_3 = a_2 = a_3$ ise yani;

$$b_1 \leq a_1 \leq b_2 = a_2 = a_3 = b_3 \leq a_4 \leq b_4 \quad (2.29)$$

ise bu sayıya sezgisel bulanık üçgensel sayı denir ve

$$\tilde{A} = (b_1, a_1, b_2, a_4, b_4) \quad (2.30)$$

şeklinde ifade edilir (Nehi ve Maleki, 2005).



Şekil 2.5: Sezgisel Bulanık Üçgensel Sayıların Grafiği

2.2.2.3 Sezgisel Bulanık Yamuk ve Üçgensel Sayılarda İşlemler

Lemma 1 $\tilde{A} = (b_1, a_1, b_2, a_2, a_3, b_3, a_4, b_4)$ ve $\tilde{B} = (b'_1, a'_1, b'_2, a'_2, a'_3, b'_3, a'_4, b'_4)$ şeklinde tanımlanan iki sezgisel bulanık yamuk sayı olmak üzere $\tilde{A} + \tilde{B}$ sezgisel bulanık yamuk sayıdır ve

$$\tilde{A} + \tilde{B} = (b_1 + b'_1, a_1 + a'_1, b_2 + b'_2, a_2 + a'_2, a_3 + a'_3, b_3 + b'_3, a_4 + a'_4, b_4 + b'_4) \quad (2.31)$$

şeklindedir (Nehi ve Maleki, 2005).

Lemma 2 $\tilde{A} = (b_1, a_1, b_2, a_2, a_3, b_3, a_4, b_4)$ sezgisel bulanık yamuk sayı ve $r \in \mathbb{R}$ olmak üzere $r\tilde{A}$ sezgisel bulanık yamuk sayıdır ve

$$r\tilde{A} = \begin{cases} (rb_1, ra_1, rb_2, ra_2, ra_3, rb_3, ra_4, rb_4) & r > 0 \\ (rb_4, ra_4, rb_3, ra_3, ra_2, rb_2, ra_1, rb_1) & r < 0 \end{cases} \quad (2.32)$$

şeklindedir (Nehi ve Maleki, 2005).

Lemma 3 $\tilde{A} = (b_1, a_1, b_2, a_4, b_4)$ ve $\tilde{B} = (b'_1, a'_1, b'_2, a'_4, b'_4)$ şeklinde tanımlanan iki sezgisel bulanık üçgensel sayı olmak üzere $\tilde{A} + \tilde{B}$ sezgisel bulanık üçgensel sayıdır ve

$$\tilde{A} + \tilde{B} = (b_1 + b'_1, a_1 + a'_1, b_2 + b'_2, a_4 + a'_4, b_4 + b'_4) \quad (2.33)$$

şeklindedir (Nehi ve Maleki, 2005).

Lemma 4 $\tilde{A} = (b_1, a_1, b_2, a_4, b_4)$ sezgisel bulanık üçgensel sayı ve $r \in \mathbb{R}$ olmak üzere $r\tilde{A}$ sezgisel bulanık üçgensel sayıdır ve

$$r\tilde{A} = \begin{cases} (rb_1, ra_1, rb_2, ra_4, rb_4) & r > 0 \\ (rb_4, ra_4, rb_2, ra_1, rb_1) & r < 0 \end{cases} \quad (2.34)$$

şeklindedir (Nehi ve Maleki, 2005).

2.2.3 Sezgisel Bulanık Sayıların Sıralanması

Sezgisel bulanık sayıların sıralanması, belirsizlikler, kesin olmayan veya eksik bilgi içeren gerçek hayat problemlerinde önemli bir rol oynamaktadır. Bulanık sayıların ve sezgisel bulanık sayıların sıralanması uzun zaman önce başlamıştır, ancak bugüne kadar verilen herhangi iki sezgisel bulanık sayıyı sıralamak için ortak bir yöntem tanımlanmamıştır. Bu nedenle sezgisel bulanık değerleri sıralaman için birden fazla yöntem tanımlanmıştır. Bunlardan biri de (Szmidt ve Kacprzyk, 2009) tanımladığı fonksiyondur. Bu fonksiyon aşağıdaki gibi tanımlanmıştır.

Tanım 2.2.14 $\tilde{\alpha} = \langle \mu_{\tilde{\alpha}}, \nu_{\tilde{\alpha}}, \pi_{\tilde{\alpha}} \rangle$ olacak şekilde tanımlanmış bir sezgisel bulanık değer olsun. $\tilde{\alpha}$ 'nın mükemmel alternatifine uzaklığı aşağıdaki gibi ölçülür. Sezgisel bulanık değerleri sıralamak için aşağıdaki fonksiyonun altında bütün sezgisel bulanık değerlerin görüntüleri bulunur. Bulunan değerler sıralanır. En küçük değere sahip olan sezgisel bulanık değer en yüksek tercih değerine sahiptir (Szmidt ve Kacprzyk, 2009).

$$\rho(\tilde{\alpha}) = 0.5(1 + \pi_{\tilde{\alpha}})(1 - \mu_{\tilde{\alpha}}) \quad (2.35)$$



3 KARAR VERME KAVRAMI

Karar kelimesi Türk Dil Kurumunun Türkçe genel sözlüğünde; “Bir iş veya sorun hakkında düşünülmüş verilen kesin yargı” şeklinde geçmektedir. Günlük hayatta verdiğimiz karar genellikle tecrübelerimizden yola çıkarak verdiğimiz, kısa süreli düşüncelerle ortaya çıkan kararlardır (Ariely ve Zakay, 2001). Karar vermeyi ise en basit şekilde, alternatifler arasından birini seçme işlemi olarak tanımlayabiliriz. Karar verme birçok araştırmacı tarafından farklı şekillerde tanımlanmıştır bu tanımlardan birkaçı bu şekildedir;

- Belirli bir hedefe ulaşmak için alternatiflerin belirlenmesi ve bunların içinden en etkilisinin seçilmesi işlemi şeklinde tanımlanabilir (Stoner ve arkadaşları., 1995).
- Karar verme süreci bilişsel düşünce içeren bir işlem olduğundan, genellikle belirsizlik içermektedir. İnsanlar genellikle belirli bir görevle ilgili öğelerin bir kümesinde tercihler yaparlar ve bu tercihler karşılaştırmalı analize dayanır. Bu tercih atama şeması genellikle sürecin belirsizliğine neden olur çünkü seçenekler dilsel olarak derecelendirilir ve karşılaştırılır (Krishankumar ve arkadaşları., 2017).

Hayatımızın her alanında, her gün sayısız karar vermek zorundayız ya da belli bir grubun bir parçası olarak ortak kararlar almalıyız. Kişisel kararlarımız, ya da ortak aldığımız küçük ve büyük ölçekte yaşamımızı ya da kararı ortak alan insanların hayatını şekillendirir. Kişiler ya da gruplar doğru kararlar aldığında olumlu sonuç elde ederler ve ilerlemelerini başarı ile sürdürürler. Yanlış kararların sonucunda ise başarısız olabilir, zarar edilebilir ve hayal kırıklıklarına uğranabilir. Kişiler için karar vermek bir beceridir ve pratik yaparak geliştirilebilir. Doğru kararların almanın yolu, seçenekleri tanımlamak, risk ve fırsatları analiz etmek ve karar verirken objektif kalmaktan geçer. Seçenekler arasında karşılaştırma yaparken karar vericinin ya da vericilerin objektif olacak şekilde, akılcı bir yaklaşımla düşünmelidir.

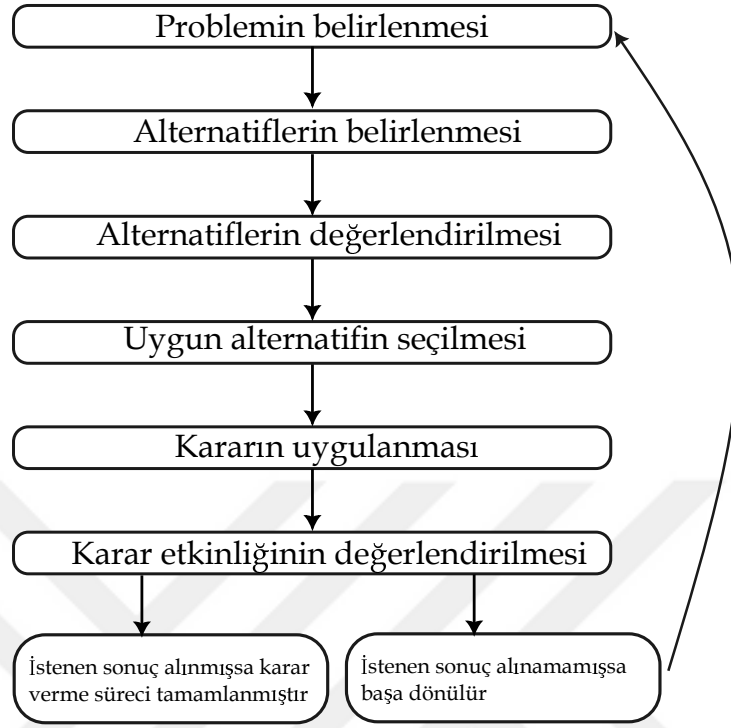
Şirketler rekabetçi ortamlarda hayatta kalabilmek ve başarılı olabilmek için doğru stratejiler geliştirmek ve uygulamak zorundadır. Bu stratejileri belirleyen en önemli süreç ise karar verme süreci olarak karşımıza çıkmaktadır. Yanlış ya da başarısız kararlar şirketin kaynaklarını verimsiz kullanmasına, rekabet gücünü yitirmesine ve hatta başarısızlığa sürüklenmesine neden olabilir. Bu açıdan şirketlerin geleceği, doğru karar verebilme kabiliyetine bağlıdır (Harrison, 1999). Karar verme, şirket yönetimlerinin vazgeçilmez bir rolü ve sorumluluğudur. CEO'lar ve üst düzey yöneticiler stratejik kararlar almakla yükümlüdür. Bu kararların etkileri uzun

yıllar boyunca şirketi etkileyecektir. Karar kalitesi şirketin performansı için kritik öneme sahiptir. Doğru kararlar rekabet avantajı sağlarken, hatalı kararlar ciddi maliyetlere ve kayıplara yol açmaktadır. İyi bir kararın temeli, doğru ve güvenilir verilere dayanmaktadır. Karar alırken objektif olunmalı, önyargılardan uzak durulmalıdır. Diğer yandan, deneyim ve sezgisel düşünme yetenekleri de göz ardı edilmemelidir. Şeffaflık ve hesap verebilirlik de karar kalitesini doğrudan etkiler. Karar verme süreçlerinin sağlıklı işleyişi şirket kültürü ile de yakından ilgilidir. Liderlerin ve yöneticilerin karar alma konusunda gösterdiği davranış ve yaklaşımlar çalışanlar tarafından da benimsenir. Katılımcılık ve çalışanların fikirlerine değer veren bir yönetim anlayışı, kaliteli kararlar alınmasını destekler (Harrison, 1999). Sonuç olarak, günümüz rekabet koşullarında şirketlerin başarısında en belirleyici etkenlerden biri, doğru ve etkili karar verme becerisidir. Şirketler geleceklerini doğru bir şekilde belirleyebilmek ve başarıya ulaşmak için karar verme süreçlerine odaklanmalı ve bu alanda sürekli gelişim sağlamalıdır.

3.1 Karar Verme Süreci

Karar verme eylemi tek başına bir anda oluşan bir eylem değil, bir dizi işlemi ifade etmektedir. Karar verme süreci problemin belirlenmesiyle başlarken, problemin çözümü için gereken alternatiflerin bulunup değerlendirilmesi ve değerlendirilen alternatiflerden çözüme en uygun olanın seçilmesi şeklindedir.(Yelboğa, 2008) Karar verme adımlarının sırasının düzgün bir şekilde takip edilmesi ve her adım için yeteri kadar zaman harcanması verilen kararın doğruluğunu arttıracaktır. Karar verme işleminin adımları aşağıdaki gibidir;(Schoenfeld, 2011)

- Problemin belirlenmesi
- Alternatiflerin belirlenmesi
- Alternatiflerin değerlendirilmesi
- Uygun alternatifin seçilmesi
- Kararın uygulanması
- Kararın etkinliğinin değerlendirilmesi
- Gerekli ise başa dönülmesi



Şekil 3.1: Karar Verme Süreci

Böylece, karar vermenin mantıksal bir faaliyetler dizisi olduğunu görülmektedir. Yani, karar verme sürecinde her bir adım sırasıyla gerçekleştirilmeli ve herhangi bir adım atlanmamalı. Örneğim alternatifler üretilmeden önce problem tanımlanması gerektiği gibi. Ayrıca, karar verme yinelenmeli bir faaliyettir. Eğer istenilen sonuca ulaşılammışsa problemin belirlenmesi aşamasına geri dönmeli ve problem çözme adımları yinelenmelidir (Schoenfeld, 2011).

3.1.1 Problemin Tanımlanması

Karar vericilerin doğru karar verebilmesi için problemin en iyi şekilde bütün hatları ile tanımlanması gerekmektedir. Kepner ve Trego tarafından geliştirilen problem analizi yönteminde, karar vermedeki ilk adım olan problemin belirlenmesinin en önemli adım olduğuna dikkat çekilmiştir (Kepner ve Tregoe, 1997) . Çünkü verilen kararın kalitesi doğrudan problemin ne kadar iyi tanımlandığı ile ilgilidir. Geliştirdikleri yöntemle göre problemlerin analizi dört aşamadan oluşmaktadır. Bu aşamalar aşağıdaki gibidir: (Kepner ve Tregoe, 1997)

- Problemin belirlenmesi
- Problemin ne olup ne olmadığının tanımlanması

- Problemin önceliklendirilmesi
- Sebep - sonuç ilişkilerinin incelenmesi

3.1.2 Alternatiflerin Belirlenmesi

Problem belirlendikten sonra karar verme sürecindeki ikinci adım, probleme ait alternatifler belirlemektir. Karar verici problemin çözümü için üretilen bütün alternatifler ve alternatifin seçilmesi durumunda oluşacak sonuçlar hakkında yeterince bilgi toplamalıdır. Verilecek karar ne kadar önemliyse alternatiflerin belirlenmesine o kadar dikkat edilmelidir. Karar ne kadar önemliyse, alternatifler geliştirmeye o kadar çok dikkat edilir. Örneğin, karar verme durumu yeni bir milyon dolarlık lisenin nereye inşa edileceğini içeriyorsa, en iyi yeri belirlemek için çok fazla zaman ve çaba harcanacaktır. Öte yandan, yeni lisede sınıfları boyamak için bir renk seçmek sorunsu, etkinliğe daha az zaman ve çaba harcanacaktır.

3.1.3 Alternatiflerin Değerlendirilmesi

Karar verme sürecindeki üçüncü adım, ikinci adımda üretilen alternatiflerin her birini değerlendirmektir. Bir alternatifi değerlendirirken karar verici, Alternatif uygulanabilir mi, tatmin edici bir alternatif mi, sonuçlar üzerinde nasıl bir etkisi olacak, şeklinde değerlendirmeler yapabilir.

Alternatifin uygulanabilir olup olmadığı basitçe şu anlama gelir: Yapılabilir mi? Örneğin, alternatiflerden biri okul çalışanlarından birinin işten çıkarılmasını gerektiriyorsa ancak okulun bu tür işten çıkarmaları yasaklayan bir toplu iş sözleşmesi varsa, bu alternatif uygulanabilir değildir. Benzer şekilde, bir okulun sınırlı sermayesi varsa, sermaye harcaması gerekliliklerini karşılamak için borç alınamadığı sürece, büyük sermaye harcamaları gerektiren alternatifler mümkün değildir.

Alternatifin ne ölçüde tatmin edici olduğuyla ilgili değerlendirme, yani sorunu ne ölçüde ele aldığına değerlendirilmesi. Örneğin, bir müdürün müfredatı %25 oranında genişletmek istediğini varsayalım. Bir alternatif, bu planı bir dört aylık dönem programına uygulamaktır. Ancak daha yakından incelendiğinde müdür, planın müfredatı yalnızca %15 oranında genişleteceğini ve bu kadar az bir genişletmenin programın kalitesini de olumsuz etkileyebileceğini keşfedebilir. Müdür yine de dört aylık dönem planını uygulamaya karar verebilir ve kalan %10'luk genişlemeyi elde etmenin başka yollarını arayabilir ya da alternatifi tamamen göz ardı etmeye karar verebilir.

Bir alternatifin sonuçlar üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi gerekmektedir. Seçilen alternatif, kararın sonuçlarıyla yaşamak zorunda olanlar için kabul edilebilir olmalıdır. Bu koşulun karşılanamaması, karar verme sürecinin sorunları çözmedeki başarısızlığının en olası tek nedenidir (Lunenburg, 2010).

3.1.4 Uygun Alternatifin Seçilmesi

Karar verici tüm alternatifleri değerlendirdikten sonra en iyi alternatifi seçmeye çalışır. Karar verici değerlendirme aşamasında bazı alternatifleri eleyecektir ancak bir çok durumda iki veya daha fazla alternatif elenmeyerek kalacaktır. Bu durumda karar verici kalan alternatiflerden hangisinin en iyi alternatif olup olmadığına karar vermelidir. Seçim aşamasında zorlanan karar vericilerin, önceden tanımlanmış değişik tipteki çok kriterli karar verme yöntemlerini kullanması, hem süreci kolaylaştıracaktır hem de yanlış karar vermesine engel olacaktır.

3.1.5 Kararın Uygulanması

Seçilen alternatifin uygulanma aşamasıdır. Uygulama aşamasında, bir uygulama planı oluşturulur ve bu planı gerçekleştirmek için gerekli olan kaynaklar ve ihtiyaçlar belirlenir. Gerekli kaynaklar ve ihtiyaçlar temin edildikten sonra karar verici uygulama planını hayata geçirir.

3.1.6 Kararın Etkinliğinin Değerlendirilmesi

Karar verme sürecindeki son adım, kararın etkinliğinin değerlendirilmesidir. Alınan kararın etkinliğinin ve veriminin ölçülmesi gerekir. Eğer alınan karar yanlış ise karar verme sürecinin en başına dönülerek karar verme süreci tekrardan gerçekleştirilmelidir. Uygulanan karar istenilen sonucu vermediğinde bunun birkaç nedeni vardır.

Uygulanan karar verme sürecinde eğer istenilen sonuca ulaşılammışsa bunun nedenlerinden birkaçı şunlardır; sorunun yanlış tanımlanması, alternatiflerin yanlış değerlendirilmesi, seçilen alternatif yanlış uygulanması (Lunenburg, 2010).

3.2 Çok Kriterli Karar Vermede Kullanılan Yöntemler

Çok kriterli karar verme problemleri, birden fazla kriterin göz önünde bulundurulduğu ve alternatif seçimlerinin yapıldığı karmaşık problemlerdir. Bu problemler, genellikle üç farklı gruba ayrılır: seçim, sınıflama ve sıralama problemleri. Seçim problemleri için kullanılan teknikler,

Tablo 3.1: Çok Kriterli Karar Vermede Kullanılan Yöntemler

Çok Kriterli Karar Vermede Kullanılan Yöntemler		
Seçim Problemleri İçin Kullanılan Yöntemler	Sınıflama Problemleri İçin Kullanılan Yöntemler	Sıralama Problemleri İçin Kullanılan Yöntemler
AHP	AHP	AHPSoft
ANP	ANP	UTADIS
MAUT/UTA	MAUT/UTA	FlowSort
MACBETH	MACBETH	ELECTRE III
PROMETHEE	PROMETHEE	
ELECTRE I	ELECTRE III	
TOPSIS	TOPSIS	
Hedef Programlama		

birçok alternatif arasından en faydalı olanının seçilmesini sağlar. Sınıflama teknikleri, alternatifleri belirli kategorilere veya gruplara ayırırken, sıralama teknikleri alternatifleri belirli bir sıraya göre sıralamak için kullanılır (Dalbudak ve Rençber, 2022) .

3.3 Personel Seçiminde Karar Verme

İnsan kaynakları yönetiminin en önemli parçalarından biri personel seçimidir. Personelin girdi kalitesi personel seçimi ile ilgilidir (Chien ve Chen, 2008). Adaylar kuruluştaki belirli işler için başvurduklarında, personel seçim işlemlerinin temel amacı, işin gereklerini başarıyla yerine getirmek için gerekli bilgi, beceri ve yeteneğe sahip olanları belirlemektir. Ayrıca bu süreç en iyi adayın seçilmesi değil, işi gereklerine en uygun adayın seçilme işlemidir (Afshari ve arkadaşları., 2014).

Personel seçiminin yapılmasının faydaları

Personel seçiminde, şirketler ayrıca adayların kişiliklerini ve uyumlarını da değerlendirir. Örneğin, bir şirketin kültürüne uyum sağlamaya çalışan ve çalışma grubuyla iyi bir iletişim

kurabilen adayları tercih eder. Bu sayede, işe alınan personel, şirketin değerlerine ve hedeflerine uygun bir şekilde çalışır ve iş yerinde uyum sağlar. Şirketler personel seçimi yaparak, iş görevlerini yerine getirecek yetenekli, uygun ve uyumlu kişileri işe almak isterler. Bu sayede, şirketler işlerinin düzgün bir şekilde yürütülmesini ve hedeflerine ulaşmalarını sağlar. Personel seçim stratejileri, kurumun stratejileriyle uyumlu olduğunda, kurum performansına olumlu katkı sağlayabilir. Ayrıca, işe alınan personel iş görevlerini yerine getirebilecek yetenekte, işe uygun ve uyumlu biri ise bu personelin iş motivasyonu ve verimliliği de artacaktır (Stone, 2002).

John E. Hunter çalışmasından personel seçimi için testler kullanılmasının faydasını aşağıdaki gibi açıklamaktadır; Yetenek testleri kullanılarak yapılan optimal seçimin ekonomik etkisi bilinenden çok daha yüksektir. Küçük kuruluşlar için, daha yüksek verimlilikten elde edilen dolar tasarrufu yılda milyonlarca dolara ulaşabilir. Bu rapor, testlerin en uygun şekilde kullanılması halinde federal hükümetin bir işveren olarak sağlayacağı potansiyel tasarrufun yılda 15,61 milyar dolar olacağını tahmin etmektedir. Birleşik Devletler İstihdam Servisi tarafından her yıl yapılan 4 milyon işe yerleştirmede Genel Yetenek Test Bataryasının en iyi şekilde kullanılması halinde, servis aracılığıyla işe alım yapan işverenlerin iş gücü verimliliğindeki potansiyel artış yılda 79.36 milyar dolara ulaşacaktır. Ancak bunun için İstihdam Servisi fonlarında yılda yaklaşık 8,75 milyon dolarlık bir artış gerekecektir. Testlerin optimal kullanımından sapmaların bu tasarrufların %84'üne kadarını ortadan kaldırdığı gösterilebilir. Temel sorun, asgari bir test seviyesini geçen herkesi rastgele işe almak için düşük kesme yönteminin kullanılmasıdır. Testlerin optimum kullanımının, özel idari sorunların azalması, terfi potansiyeli olan çalışanların sayısında artış ve iş miktarının yanı sıra kalitesinde de artış dahil olmak üzere, işgücü maliyetlerinin azaltılmasından başka faydalar sağladığı da gösterilebilir (Hunter, 1983).

Personel seçiminin yapılmamasının zararları

Kurumlar karar verme yöntemleri kullanmaz ya da yanlış yöntemi kullanır ise yanlış personel seçme işlemi gerçekleştirme olasılıkları yüksektir. Bu şekilde kurumlara yanlış personelin seçilmesi ya da seçilen personelin yanlış konumlandırılması hem kuruma hem de kurumda çalışanlara zarar verecektir. Seçilen personel eğer yağıacağı iş ile uyumsuz ise, çalışma arkadaşları ile sorun yaşamasına, kendini işini aksatmasından kaynaklı kurumunun işlerinin aksamasına, iş kazalarından kaynak maddi ve manevi zararların ortaya çıkmasına sebep olacaktır.

Personel seçiminde çok kriterli karar verme problemleri

Kişilerin karakteristik, ruhsal ve bedensel farklılıkları vardır. Bu farklılıkların sınavlarla, testlerle, mülakatlarla ölçülebilmesi için bir çok yöntem geliştirilmiştir. Geliştirilen bu yöntemler

sayesinden kişiler hakkında daha fazla bilgi edinen karar verici iş için en uygun kişiyi seçebilir. Karar vericinin, kişiler hakkında bilgi edinmek için kullandığı sınav, test ve mülakat gibi araçların doğru bir şekilde değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu şekildeki birden çok kriter içeren değerlendirmeler için çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılmaktadır. Personel seçiminde, şirketler genellikle öncelikle işe uygun adayların özgeçmişlerini inceler ve bu adayların yeteneklerini, eğitimlerini ve deneyimlerini değerlendirir. Daha sonra, aday özgeçmişine uygun olarak bir ya da birden fazla mülakata çağrılır ve adaylar karşılaştırılır. Bu süreç, işe uygun adayları bulmak ve en uygun olanını işe almak için kullanılır. Personel seçimi genellikle birden fazla karar vericinin bulunduğu, kriterlerin genellikle öznel yorumlandığı karmaşık bir karar verme sürecidir. Bu sürecin daha sağlıklı bir şekilde yürütülmesi için sistemik yöntemlerin geliştirilmesi gerekmektedir. Geliştirilecek yöntemlerin, karar vericinin subjektif değerlendirmesinden çok fazla etkilenmeyen ve birden fazla olan kriterlerin birbirleriyle uyumlu şekilde aynı anda değerlendirilebilmesini sağlaması gerekmektedir. Personel seçiminde kullanılabilecek birçok farklı karar verme yöntemi bulunmaktadır. Örneğin, personel seçiminde kullanılabilecek bir çok kriterli karar verme yöntemi olan Analytic Hierarchy Process (AHP) yöntemi, personel seçiminde değerlendirilmesi gereken çok sayıda kriterin değerlerini karşılaştırarak en uygun adayı seçmeye yardımcı olabilir. Bunun yanı sıra, Multi-Attribute Decision Making (MADM) yöntemi de personel seçiminde kullanılabilecek bir çok kriterli karar verme yöntemidir. MADM yöntemi, personel seçiminde değerlendirilmesi gereken kriterleri belirli bir ağırlık değeri verilerek bir arada değerlendirmeye yardımcı olur.

Personel Seçimi bir insan kaynakları yönetimi problemi olduğu için, Karar Vericiler kriterlere puanlama olarak net değerler atamakta zorlanmaktadır. Personel seçim probleminin temel özelliği bulanıklıktır. Bazı araştırmacılar, personel seçiminde tipik çok kriterli karar verme yöntemlerini bulanık ortama genişletmektedir. Alternatiflerin puanlamalarını veya kriterlerin önemini bulanık cümlede temsil etmek için, AHP ve TOPSIS'i bulanık ortama genişleten önemli miktarda çalışma vardır (Kelemenis ve Askounis, 2010).

Personel seçiminde PROMETHEE yöntemi

Bir diğer karar verme yöntemi olan sezgisel bulanık PROMETHEE yöntemi, karar verme sürecinde karşımıza çıkan bazı kavramların ve değerlerin belirsizliğini dikkate alarak karar vermeye yardımcı olur. Sezgisel bulanık PROMETHEE yöntemi, sezgisel bulanık kümeleri kullanarak karar verme sürecini destekleyen bir yöntemdir bu nedenle karar vericinin elde ettiği belirsiz veya kesin olmayan değerleri daha kolay değerlendirmesine yardımcı olur. Sezgisel bu-

lanık PROMETHEE yöntemi, personel seçiminde değerlendirilmesi gereken kriterleri belirli bir ağırlık değeri verilerek bir arada değerlendirmeye yardımcı olur. Bu yöntem sayesinde, personel seçiminde karşımıza çıkan belirsiz veya kesin olmayan değerler daha kolay değerlendirilebilir ve en uygun adayın seçimi kolaylaştırılabilir. Ayrıca, sezgisel bulanık PROMETHEE yöntemi adayları ikişer ikişer olarak kıyasladığından, seçilecek olan adaylar arasındaki farklılıklar daha iyi anlaşılabilir ve en uygun adayın seçimi daha doğru bir şekilde yapılabilir.

Askeri personel, güçlü bir fiziksel ve zihinsel dayanıklılık gerektiren bir iştir. Bu nedenle, askeri personel seçiminde aşağıdaki özellikler dikkate alınır:

- Fiziksel dayanıklılık: Askeri personel, fiziksel olarak zor koşullarda da çalışabilmeli ve güçlü bir fiziksel dayanıklılık göstermelidir.
- Zihinsel dayanıklılık: Askeri personeller diğer meslek gruplarına göre daha fazla psikolojik baskı altında kaldıkları aşıkardır. Ayrıca olası savaş veya afet durumlarında askeri personellerin karşılaşacakları zor koşullarda da zihinsel olarak dayanıklı olmalıdır.
- Öğrenme yeteneği: Askeri personel, yeni bilgi ve beceriler öğrenmeye açık olmalı ve hızlı bir şekilde yeni bilgilere adapte olabilmelidir.
- Liderlik ve takım çalışması: Askeri personel, liderlik yetenekleri göstermeli ve takım çalışmasına uygun bir şekilde hareket etmelidir.
- Uyum ve adaptasyon: Askeri personel, değişen koşullara ve ortamlara uyum sağlamaya açık olmalı ve adapte olabilmelidir.
- İtaat etme ve uygulama: Askeri personel, emirleri doğru bir şekilde uygulama yeteneğine sahip olmalıdır.
- İstikrar: Askeri personel, sadece normal dönemlerde değil zor zamanlarda da davranış ve tutumlarında istikrarlı olmalıdır.
- Güvenilirlik: Askeri personel, güvenilir ve dürüst olmalıdır.
- İş disiplini: Askeri personel, iş disiplinine uygun bir şekilde çalışmalıdır.
- Askeri eğitim: Askeri personel, askeri eğitimleri tamamlamış olmalıdır.

4 PROMETHEE YÖNTEMİ

Bir çok kriterli karar verme yöntemi olarak karşımıza çıkan PROMETHEE yöntemi, bütün alternatifleri ikili karşılaştırmalar yaparak değerlendiren bir yöntemdir. Bu yöntem, tercih fonksiyonlarına dayanarak, alternatiflerin kriterler bazındaki üstünlük durumlarını birleştirme yöntemi ile gerçekleştirir. PROMETHEE, Brans tarafından 1982 yılında literatüre kazandırılmış ve Brans ve Vincke tarafından 1985 yılında geliştirilmiştir (Brans ve Vincke, 1985). Bu yöntemde, tercih fonksiyonlarının istenildiği zaman değiştirilebilmesi, karar vericiye daha sonradan değişiklik yapma olanağı sağlamaktadır. Ayrıca PROMETHEE yönteminin uygulanması kolay ve basit bir yöntem olması diğer çok kriterli karar verme yöntemlerine göre avantaj sağlamaktadır. PROMETHEE I ve PROMETHEE II olarak iki türü vardır ve bu yöntem sayesinde sonlu sayıda alternatifler üzerinde hem kısmi sıralama hem de tam sıralama yapılabilir.

4.1 PROMETHEE Yönteminin Çalışma Sistemi

Öncelikle tek kriterli problemi ele alalım. K tek kriterli bir problemin mümkün eylemlerinin veya çözümlerinin bir kümesi olsun ve $f : K \rightarrow \mathbb{R}$ bir bu eylemleri farklılaştıran bir kriter olsun. $\text{Max}\{f(a) | a \in K\}$ bu problemin bir çözümüdür. Çünkü K 'da ki bütün çözümler tam sıralıdır ve bu problemin en iyi çözümü olan $\tilde{a}$ çözümü bulunabilir. Bu $\tilde{a}$ çözümü $\forall a \in K$ için $f(\tilde{a}) > f(a)$ değerini sağlar (Brans ve Vincke, 1985).

Klasik kriter kavramı, K üzerinde bir " I, P tercih yapısı" anlamına gelir. Burada ki P tercihi, I ise farksızlığı göstermektedir yani;

$$\begin{aligned} a P b &\Leftrightarrow f(a) > f(b) \\ a I b &\Leftrightarrow f(a) = f(b) \end{aligned} \tag{4.1}$$

Karar vericinin tercihlerinin bu şekilde modellenmesi $f(a)$ ve $f(b)$ arasındaki küçük veya büyük sapmalar için tercihte herhangi bir ayırım yapmadığı anlamına gelir. Bu şekildeki çıkarımlar genellikle gerçekçi değildir (Brans ve Vincke, 1985).

Karar vericinin kararlarını verirken alternatiflerin daha hassas ve daha fazla bilgiyle değerlendirilmesi için yarı-kriter ve sözde-kriter kavramları tanımlanmıştır. Yarı-kriter, kayıtsızlık alanını daha geniş tutmak için tanımlanırken, sözde-kriter tereddüt alanını kayıtsızlık ve tercih arasında dikkate almak için kullanılmıştır. Bu genişletilmiş kriterler, bir başka çok kriterli karar verme yöntemi olan ELECTRE yöntemlerinde başarıyla kullanılmıştır. Bununla birlikte,

bu yöntemler uygulayıcılar tarafından kolayca anlaşılmayan uyumluluk, uyumsuzluk ve ayırım eşikleri gibi bazı parametrelere ihtiyaç duyar. Uyumluluk, uyumsuzluk ve ayırım eşikleri, karar verme yöntemlerinde kullanılan parametrelerdir. Bu parametreleri aşağıdaki gibi açıklayabiliriz;

1. Uyumluluk: Belirli kriterlere göre bir alternatifin diğer bir alternatife göre daha iyi performans gösterme veya en azından onun kadar iyi olma derecesini ölçer. Daha yüksek bir uyumluluk değeri, bir alternatifin diğerine göre daha güçlü bir tercih olduğunu gösterir.
2. Uyumsuzluk: Belirli kriterlere göre bir alternatifin diğer bir alternatife göre daha düşük performans gösterme derecesini ölçer. Daha yüksek bir uyumsuzluk değeri, bir alternatife diğerine göre daha güçlü bir tercih olmamasını gösterir.
3. Ayırım Eşikleri: Bu, alternatifler arasındaki farkın karar vermek için yeterince önemli olup olmadığını belirlemeye yardımcı olan önceden tanımlanmış uyumluluk ve uyumsuzluk sınırlarıdır. Uyumluluk veya uyumsuzluk değerleri bu eşikleri aşarsa, önemli kabul edilir ve alternatifler buna göre sıralanabilir.

PROMETHEE yönteminde karar verici, her bir kriter için uyumluluk, uyumsuzluk ve ayırım eşikleri parametrelerini dikkate alarak genişletilmiş kriterlerden birini seçebilmektedir. PROMETHEE yöntemi karar vericinin tercihlerinin modelini standart kriterlerden daha fazlasıyla değiştirmeye ve genişletmeye izin verir. Bu genişletmeler, karar vericinin tercihlerinin daha ince bir şekilde yoğunluğunu yakalamayı amaçlar. Kullanılan her kriter, karar vericinin kolay anlayabileceği şekilde açıkça önceden tanımlanmıştır. Tüm olası kriter genişlemelerin kullanılması gerekmez, yalnızca karar vericinin kriteri için uygun bulunduğu genişlemeler kullanılır. Yarı-kriter ve sözde-kriter gibi bazı genişlemelerin dezavantajları bazı durumlarda kabul edilebilir. PROMETHEE'nin ana özelliği, karar vericinin tercihlerini bu farklı genişlemeler aracılığıyla kolay anlaşılır bir şekilde modellemek için esnek ve şeffaf bir çerçeve sağlamasıdır.

Geoffrion ve arkadaşları maksimum verim için tanımlanan bir çok kriterleri karar verme problemlerini;

$$Max\{f_1(a), f_2(a), \dots, f_h(a), \dots, f_k(a), a \in X\} \quad (4.2)$$

şeklinde tanımlamıştır (Geoffrion ve arkadaşları., 1972). Burada X çok kriterli karar verme problemi için tanımlanmış alternatiflerin kümesidir. $f_1, f_2, \dots, f_k$ fonksiyonları her bir kriter için tanımlanan kriter fonksiyonudur.

Yukarıda tanımlandığı gibi çok kriterli bir problemi düşünelim, her kriterin en üst düzeye çıkarılması gereksin. $f(\cdot)$ belirli bir kriteri ifade etsin ve K 'nın belirli iki eylemi de a ve b olsun. a alternatifi ve b alternatifi arasındaki tercih fonksiyonu $P(a, b)$ şu şekilde tanımlanmıştır;

$$P(a, b) = \begin{cases} 0 & , f(a) \leq f(b) \\ p[f(a), f(b)] & , f(a) > f(b) \end{cases} \quad (4.3)$$

Burada ki $p[f(a), f(b)]$ kriter fonksiyonu bir çok durum için $p[f(a) - f(b)]$ şeklinde tanımlanmıştır. $f(a)$ ve $f(b)$ arasındaki farklı bağlı olarak (Brans ve Vincke, 1985) altı farklı kriter fonksiyonu tanımlanmıştır. Tanımlanan bu kriter fonksiyonları en fazla iki parametreye ihtiyaç duymaktadır. Bu nedenle kriterlerin hem uygulanması kolay hem de karar verici için az işlem gerektirmektedir.

$f(b)$ civarındaki ilgisizlik alanlarını göstermek için tanımlanan

$$H(x) = \begin{cases} P(a, b) & , x \leq 0 \\ P(b, a) & , x \geq 0 \end{cases} \quad (4.4)$$

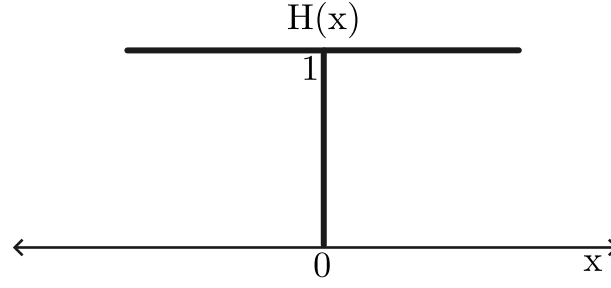
şeklindedir. Burada ki $x = f(a) - f(b)$ şeklinde tanımlanmıştır.

Kriter Tipler;

Tip I: Olağan Kriter

$$p(x) = \begin{cases} 0 & , x \leq 0 \\ 1 & , x > 0 \end{cases} \quad (4.5)$$

Şeklinde tanımlanan kritere olağan kriter denir. İki farklı alternatif a ve b arasındaki kayıtsızlık sadece $f(a) = f(b)$ iken sağlanır. Bu değerler farklı olduğunda karar verici en büyük değere sahip eylemi kesinlikle tercih eder. Çünkü bu durumda tercih fonksiyonu 1'e eşittir. Eğer karar verici $f(\cdot)$ kriter fonksiyonunu Tip I olarak tanımlıyorsa, hiçbir özel parametre tanımlanması gerekmez. Bu kriter bir genişleme içermez; sadece karar vericinin gerektiğinde kriteri alışılmış anlamda kullanmasına olanak tanır (Brans ve Vincke, 1985).

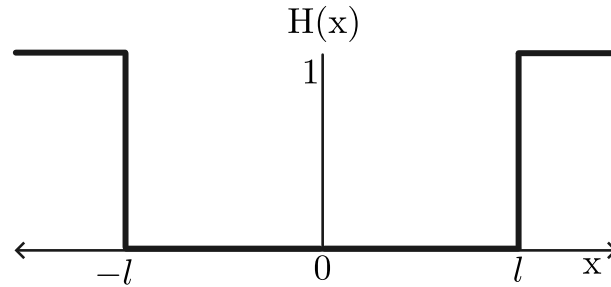


Şekil 4.1: Olağan Tip Kriter Fonksiyonunun Grafiği

Tip II: U Tipi Kriter

$$p(x) = \begin{cases} 0 & , x \leq l \\ 1 & , x > l \end{cases} \quad (4.6)$$

Eğer $f(\cdot)$ kriter fonksiyonu bu kriter tipinde tanımlanmışsa eğer, a alternatifi ile b alternatifi arasında bir tercih yapılacaksa eğer $f(a)$ ile $f(b)$ arasında ki fark l 'yi geçmelidir. Eğer $f(a)$ ile $f(b)$ arasındaki fark l 'yi geçmiyor ise karar verici için a alternatifi ile b alternatifi arasında fark yoktur. Bu kriterde karar vericinin sadece l parametresini belirlemesi gerekmektedir. Bu kriter ayrıca "quasi - kriter" olarak da bilinmektedir (Brans ve Vincke, 1985).

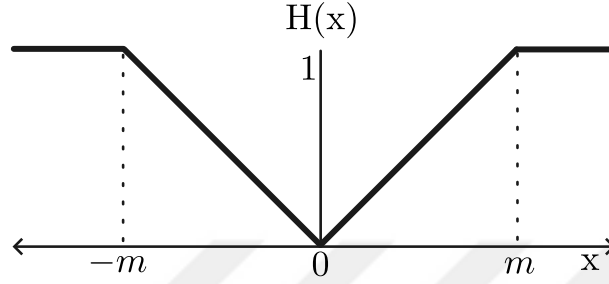


Şekil 4.2: U Tipi Kriter Fonksiyonunun Grafiği

Tip III: Doğrusal Tercih Kriteri

$$p(x) = \begin{cases} \frac{x}{m} & , x \leq m \\ 1 & , x > m \end{cases} \quad (4.7)$$

Kriter kavramının bu şekilde genişletilmesi karar vericiye $f(a)$ ve $f(b)$ arasındaki sapmalar giderek büyüdükçe a 'yı b 'ye giderek daha çok tercih edilecektir. Tercih yoğunluğu bu sapma m değerine eşit olana kadar doğrusal olarak artar, bu değerden sonra a alternatifi kesin tercih olur (Brans ve Vincke, 1985).

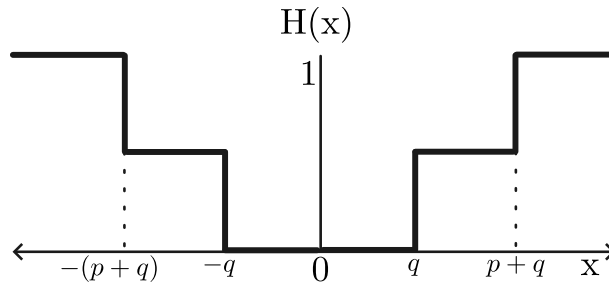


Şekil 4.3: Doğrusal Tercih Kriter Fonksiyonunun Grafiği

Tip IV: Seviye Tipi

$$p(x) = \begin{cases} 0 & , x \leq q \\ 1/2 & , q < x \leq q + p \\ 1 & , q + p < x \end{cases} \quad (4.8)$$

Bu kriter tipine göre a ve b alternatifleri arasındaki tercih, $f(a)$ ve $f(b)$ değerleri arasındaki sapma q değerini aşmadığı sürece birbirinden farksız kabul edilmektedir. q ve $q + p$ arasındaki değerler için ise zayıf tercih ($1/2$) söz konusudur. Bu değerden sonra tercih kesin hâle gelmektedir. Karar verici, belirli bir kriterin Tip IV olduğu düşünüyorsa eğer q ve p değerlerini kolayca belirleyebilir. Bu kriter eğer gerekli olursa birkaç parametre ile ilgili daha fazla seviyeye sahip olabilir (Brans ve Vincke, 1985).

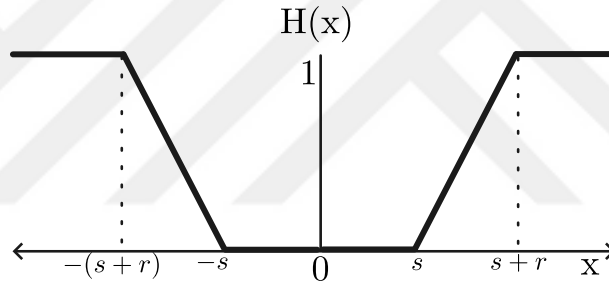


Şekil 4.4: Seviye Tipi Kriter Fonksiyonunun Grafiği

Tip V: Doğrusal Tercih ve İlgisiz Alan Kriteri

$$p(x) = \begin{cases} 0 & , x \leq s \\ (x-s)/r & , s < x \leq s+r \\ 1 & , s+r < x \end{cases} \quad (4.9)$$

Bu kriter tipi, Tip II ve Tip III ün birleşimi olarak düşülebilir. Bu kriter tipine göre a ve b alternatifleri arasındaki tercih, $f(a)$ ve $f(b)$ değerleri arasındaki sapma s değerini aşmadığı sürece birbirinden farksız kabul edilmektedir. Eğer $f(a)$ ve $f(b)$ değerleri arasındaki sapma s değerini aşır $s+r$ arasında olduğu sürece a 'nın tercih yoğunluğu doğrusal olarak artar, $s+r$ 'yi aştığı anda ise kesin tercih olur (Brans ve Vincke, 1985).



Şekil 4.5: Doğrusal Tercih ve İlgisiz Alan Kriterinin Grafiği

Tip VI: Gaussian Kriter

$$p(x) = \begin{cases} 0 & , x \leq 0 \\ 1 - e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} & , 0 < x \end{cases} \quad (4.10)$$

Gaussian kriter tipinde, karar vericinin tercih yoğunluğu x değerinin artmasıyla beraber artmaktadır. Buradaki σ istatistikteki standart sapmadır (Brans ve Vincke, 1985).

Karar vericinin elinde eğer 4.2 denklemi gibi bir çok kriterli bir problemi var ise, her bir kriter için farklı kriter türlerinden hangisini kullanacağına karar vermelidir. Ayrıca karar verici her kriter için seçtiği kriter fonksiyonuna ait parametrelerin eşik değerlerini de ona göre belirlemelidir.

4.1.1 Ağırlıklı Üstünlük Grafi

K kümesinde ki her bir a ve b eylem çifti, tüm ölçütler üzerinde a 'nın b 'ye göre tercih indeksini $\pi(a, b)$ aşağıdaki gibi tanımlanmıştır.

$$\pi(a, b) = \frac{1}{k} \sum_{h=1}^k P_h(a, b) \quad (4.11)$$

Her ölçütün altı kriter türünden biri olarak tanımladığı varsayılırsa, her $h = 1, 2, \dots, k$ için $P_h(a, b)$ tercih fonksiyonu olarak tanımlanmıştır. Açıkça bu indeks, tüm ölçütler için a 'nın b 'ye karşılık tercihini veren bir ölçüdür: 1'e daha yakın olması, daha fazla tercih anlamına gelir. Tabii ki, dikkate alınabilecek başka indeksler de olabilir. Burada tüm ölçütlerin aynı önemde olduğunu varsayılarak tercih indeksi oluşturulmuştur. Böyle değilse, ağırlıklı bir tercih indeksi kullanılmaktadır.

K eylemlerini köşe olarak kabul eden grafa, $\forall a, b \in K$ için (ab) kenarının değeri $\pi(a, b)$ olacak şekilde tanımlanırsa eğer bu grafa ağırlıklı üstünlük grafi denir (Brans ve Vincke, 1985). Bu grafa eğer a alternatifi b alternatifinden üstün ise, $\pi(b, a) = 0$ dır fakat $\pi(a, b) = 1$ olması gerekmez çünkü a her kriter için b den iyi olabilir ama a alternatifi her kriter için en iyi alternatif olmayabilir.

4.1.2 Ağırlıklı Üstünlük Grafının Kullanılması

Ağırlıklı üstünlük grafi, elde edildiğinde karar vericiye çok ağırlıklı bilgiler sunar. Ancak bu graf bir çok kriterli karar verme probleminde kriterlerin sıralanmasını içeren problemleri çözmek için kullanılmalıdır. Bu durumda ağırlıklı üstünlük grafın, K üzerinde bir tam sıralama veya kısmi sıralama için kullanılabilir. Eğer bir seçim problemi var ise karar verici K 'da en iyi alternatifi seçmelidir. Çok kriterli bir problemde genellikle en iyi çözüm yoktur, o yüzden sorun K 'da iyi eylemlerin bir kümesini belirlemek olacaktır. Tabii ki sıralamada elde edilen en iyi eylemler kümesi, bir seçim problemi çözmek için kullanılabilir.

4.1.2.1 PROMETHEE I: Kısmi Öncelik Sıralaması

Önceden tanımlanmış bir ağırlıklı üstünlük grafında, giden akış graftaki her bir a köşesi için aşağıdaki gibi tanımlanmıştır;

$$\phi^+(a) = \sum_{x \in K} \pi(a, x) \quad (4.12)$$

aynı graf üzerindeki gelen akış ise

$$\phi^-(a) = \sum_{x \in K} \pi(x, a) \quad (4.13)$$

şeklinde tanımlanmıştır (Brans ve Vincke, 1985).

K kümesinde ki bir a alternatifi için $\phi^+(a)$ değerinin büyük olması, o alternatifi diğer alternatiflere karşı baskın olduğunu gösterir. $\phi^-(a)$ 'nın küçük olması ise a 'nın diğer alternatifler tarafından daha az baskılandığını gösterir.

Tanım 4.1.1 *Tam öncelik sıralaması: Bir nesne kümesi üzerinde tanımlanan bir sıralama için, her iki nesne içinde ya i sıralamasında j 'den öncedir, ya da j sıralamasında i 'den öncedir, ya da i ile j eşdeğerdir (aynı sırada yer alır) şartını sağlayan sıralamadır. Yani her iki nesne için de bir sıralama ilişkisi vardır. Bu nedenle tam öncelik sıralaması olarak adlandırılır.*

Tanım 4.1.2 *Kısmi öncelik sıralaması: Bir nesne kümesi içindeki çiftlerinden bazıları için sıralama ilişkisi tanımlanmamış olabilir. Yani i ve j nesneleri için ne i, j 'den önce, ne de j, i 'den önce denilemez. Bu durumda bu çift için bir sıralama ilişkisi tanımlanmamış demektir. Bu yüzden kısmi öncelik sıralaması olarak adlandırılır.*

Bir kısmi öncelik sıralamasında, eğer tüm nesne çiftleri için sıralama ilişkisi tanımlanmışsa, tam öncelik sıralamasına dönüşür. Yani tam öncelik sıralaması, kısmi öncelik sıralamasının bir genelleşmesidir.

Giden akış ve gelen akış için (P^+, I^+) ve (P^-, I^-) şeklinde iki adet tam öncelik sıralaması tanımlanmıştır. Buradaki (P^+, I^+) ;

$$aP^+b \Leftrightarrow \phi^+(a) > \phi^+(b) \quad (4.14)$$

$$aP^-b \Leftrightarrow \phi^-(a) < \phi^-(b) \quad (4.15)$$

(P^-, I^-) ise ;

$$aI^+b \Leftrightarrow \phi^+(a) = \phi^+(b) \quad (4.16)$$

$$aI^-b \Leftrightarrow \phi^-(a) = \phi^-(b) \quad (4.17)$$

şeklindedir.

Yukarıdaki sıralamaların kesişimleri kullanılarak (P^1, I^1, R) kısmı öncelik sıralaması şu şekilde elde edilir;

$$\left\{ \begin{array}{ll} a \text{ üstündür } b (aP^1b) & \text{eğer } \begin{cases} aP^+b \text{ ve } aP^-b \\ aP^+b \text{ ve } aI^-b \\ aP^-b \text{ ve } aI^+b \end{cases} \\ a \text{ farksızdır } b (aI^1b) & \text{eğer } aI^+b \text{ ve } aI^-b \\ a \text{ ve } b \text{ kıyaslanamaz } (aRb) & \text{diğer durumlarda} \end{array} \right. \quad (4.18)$$

Bu, PROMETHEE I kısmi ilişkisi karar vericiye, bazı eylemleri karşılaştırılabildiği, bazılarının karşılaştırılamadığı bir graf sunar. Bu bilgi, somut uygulamalarda kararlar almak için verimli bir şekilde kullanılabilir.

4.1.2.2 PROMETHEE II: Tam Öncelik Sıralaması

Karar verici, bir tercih probleminde tam bir öncelik sırası istemektedir. Bu durumda $\forall a \in K$ için net akış aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

$$\phi(a) = \phi^+(a) - \phi^-(a) \quad (4.19)$$

Her alternatif için elde edilen net akış değerine göre tam sıralama aşağıdaki gibi yapılabilir.

$$a \text{ üstündür } b (aP^2b) \Leftrightarrow \phi(a) > \phi(b) \quad (4.20)$$

$$a \text{ farksızdır } b (aP^2b) \Leftrightarrow \phi(a) = \phi(b) \quad (4.21)$$

Net akış değeri yüksek olan eylemler, genel sıralamada üst sıralarda yer alacaktır. Eğer iki eylemin net akış değeri eşitse, bu eylemler arasında herhangi bir üstünlük söz konusu değildir. Bu yaklaşım, karar vericinin istediği tam sıralamanın elde edilmesine olanak sağlar. Dolayısıyla, PROMETHEE II sıralaması gerçek tercihleri tam olarak yansıtmayabilir. Bu nedenle, PROMETHEE II ilişkisi daha az bilgili ve gerçekçi olarak nitelendirilmektedir. Ancak, PROMETHEE II, karar verici tarafından istenen tam bir sıralama sağladığı için, bazı karar verme problemlerinde tercih edilebilmektedir. Problemin özelliklerine bağlı olarak, PROMETHEE I veya PROMETHEE II yaklaşımı kullanılabilir.

PROMETHEE yönteminin uygulama adımları şu şekildedir:

1. Çok kriterli problemin belirlenmesi ve tanımlanması.

2. Alternatifleri ve değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi. Alternatifler ve kriterler iki boyutlu bir matrise yazılır. Her bir alternatif, kriter başına bir değer alır. Böylece $C(m, n)$ boyutlu bir karar matrisi oluşturulmuş olur. Burada m, alternatif sayısını; n ise kriter sayısını göstermektedir.
3. Kriterlerin önem derecelerini gösteren ağırlıkların karar verici tarafından belirlenmesi.
4. Her bir kriter için, alternatifler arasındaki üstünlükleri belirleyen tercih fonksiyonları seçilmesi.
5. Her bir kriter için, seçilen tercih fonksiyonu yardımıyla alternatiflerin ikili kombinasyonları karşılaştırılır ve tercih matrisi oluşturulması. Tercih matrisinde ki değerler $[0, 1]$ arasındadır.
6. Tercih matrisinden yararlanılarak her bir alternatif için gelen ve giden akışların hesaplanması.
7. PROMETHEE I ile kısmi öncelik sıralamasının oluşturulması.
8. PROMETHEE II ile net akışın hesaplanıp, tam öncelik sıralamasının elde edilmesi.

4.2 Dilsel Değişkenler

Karar verme problemlerinde hem nicel hem de nitel bilgiler kullanılmaktadır. Nitel bilgiler sayılabilir veriler olduğu için genellikle matematiksel işlemlerde direkt olarak kullanılabilirler. Fakat nicel bilgilerin karar verme yöntemlerinden kullanılabilmesi için bir dizi işlemlerden geçmesi gerekmektedir. Bu nedenle dilsel verilere karşılık gelen dilsel değişkenler tanımlanmıştır. Dilsel bir değişken, değerlerinin dilsel terimlerle ifade edilen bir değişkendir. Diğer bir deyişle, değerleri sayılar değil, doğal veya yapay bir dilin kelimeleri veya cümleleri olan bir değişkendir (Zhang, 2014). Örneğin, "ağırlık" doğal bir dilsel değişkendir ve değerleri çok düşük, düşük, orta, yüksek, çok yüksek, vb. olarak ifade edilebilir.

Karar verme problemlerinde kullanılacak dilsel değişkenlerin değerleri bulanık sayılarla ya da sezgisel bulanık sayılarla ifade edilebilir. Tanımlanan bu dilsel değişkenler kullanılacak yönteme göre değişebilmektedir. Tezimizde karar verme yöntemi olarak sezgisel bulanık PROMETHEE yöntemi kullanacağımız için bizim kullanacağımız dilsel değişkenlerin değerleri sezgisel bulanık üçgensel sayılar olacaktır.

Kullanacağımız dilsel değişkenlerin sezgisel bulanık sayı değerleri,

- ÇK: Çok Kötü (0,0.85, 0.15)
- K: Kötü (0.15, 0.70, 0.15)
- Z: Zayıf (0.3, 0.6, 0.1)
- O: Orta (0.5,0.4, 0.1)
- İ: İyi (0.65, 0.25, 0.1)
- Çİ: Çok İyi (0.80, 0.2, 0)
- M:Mükemmel (1, 0, 0)

şeklindedir.

4.3 Sezgisel Bulanık PROMETHEE Yöntemi

PROMETHEE'nin ana fikri, gelen akışa, giden akışa ve net akışa dayalı olarak alternatiflerin kısmi veya tam sıralamasını yapmaktır. Yıllar boyunca farklı durumlar için birden fazla PROMETHEE yöntemi önerilmiştir. Brans tarafından geliştirilen PROMETHEE I (kısmi sıralama) ve PROMETHEE II (tam sıralama) gibi birkaç PROMETHEE yöntemi önerilmiştir. Bundan sonra, PROMETHEE III (aralıklara dayalı sıralama), PROMETHEE IV (sürekli durum), PROMETHEE V (bölümleme kısıtlamalarının ele alınması) ve PROMETHEE VI (insan beynini temsil etme) gibi birkaç PROMETHEE yöntemi önerilmiştir. PROMETHEE GDSS, grup karar verme için geliştirilmiştir ve görsel etkileşimli modül GAIA, grafiksel temsili için oluşturulmuştur.

Basitlikleri nedeniyle, PROMETHEE yöntemleri çevre yönetimi, işletme ve finans yönetimi, bilgi teknolojileri, proje seçimi ve daha birçok alanda başarıyla uygulanmıştır. Behzadian ve arkadaşları PROMETHEE yöntemlerinin uygulamalarını incelemişlerdir. PROMETHEE yöntemleri, belirli çok kriterli karar verme problemlerinin ele alınmasında faydalı olsa da, gerçek hayatta belirsizlik ve belirsizlik sıkça karşılaşıldığından keskin girdi verileri kullanmalarından kaynaklanan dezavantajları vardır. PROMETHEE karar verme yönteminin, hem sezgisel bulanık tercihleri hem de sezgisel bulanık ağırlıkları dikkate almak için sezgisel bulanık kümeleri dâhil edilerek sezgisel bulanık PROMETHEE yöntemi geliştirilmiştir. Bu geliştirme, kriterlerin ve tercihlerin belirsiz veya muğlak olabileceği, tam olarak iyi tanımlanamamış karar verme

problemlerinin çözümü için kullanılmaktadır. Sezgisel bulanık küme, bir kümeye hem üyelik derecesinin hem de üye olmama derecesinin temsil edilmesine olanak tanıyan bulanık kümelerin bir genelleştirmesidir. Bu temsil, kesin olmayan veya belirsiz bilgilerle uğraşırken kullanışlıdır. PROMETHEE'nin bu geliştirmesini sezgisel bulanık küme ile uygulamak için, her bir kriter için sezgisel bulanık ağırlıkları tanımlanması gerekir. Bu nedenle, karar verici problemin tanımı için elde ettiği verileri kullanarak her bir kriterin ağırlığının, üyelik derecesini ve üye olmama derecesini belirlemesi gerekir.

Bir karar verme probleminde yer alan bulanık girdi verileri şunlardan kaynaklanır (Liao ve Xu, 2014):

1. Öznellik. Kişisel görüşler hakkındaki bilgiler bazen öznelidir. Hangi alternatiflerin veya kriterlerin önemli olduğu değişir ve değildir.
2. Eksik bilgi. Bu durum, karar vericinin karar verme problemine aşina olmaması, karar vericinin kendini düşünmesi, gözlem sayısının az olması gibi birçok nedenden kaynaklanmaktadır.
3. Niteliksel bilgi. "Hızlı" hız, "ucuz" fiyat, "iyi" öğrenci gibi nitel gözlemler ve tercihler günlük hayatımızda yaygındır. Bu tür bilgilerin ele alınması kolay değildir.
4. Yaklaşık tahmin. Bir yandan, karar vericinin yatırım ve sermaye bütçelemesi gibi gelecekteki eylemlere ilişkin kesin bilgi oluşturması zordur. Diğer yandan, karar verme sürecine dahil olan değerler zaman ve mekana göre değişir ve bunları ancak yaklaşık tahmin yoluyla elde edebiliriz.

4.4 Sezgisel Bulanık PROMETHEE Yönteminin Uygulama Aşamaları

4.4.1 Ağırlıklı Ortalamalar

Tanım 4.4.1 $\tilde{a}_j = \langle t_{\tilde{a}_j}, 1 - f_{\tilde{a}_j} \rangle$ ($j = 1, 2, 3, \dots, n$) sezgisel bulanık değerler koleksiyonu ve $\sum_{j=1}^n w_j = 1$ olmak üzere $w = (w_1, w_2, w_3, \dots, w_n)^T$ bir ağırlık vektörü olsun. Sezgisel Bulanık Ağırlıklı Ortalama Operatörü (IFWA) aşağıdaki gibi tanımlanmıştır.

$$IFWA_w = (\tilde{a}_1, \tilde{a}_2, \tilde{a}_3, \dots, \tilde{a}_n) = w_1 \tilde{a}_1 \oplus w_2 \tilde{a}_2 \oplus \dots \oplus w_n \tilde{a}_n \quad (4.22)$$

şeklindedir (Zeshui, 2007b).

Tanım 4.4.2 IFWA operatöründe eğer bütün ağırlık değerleri birbirine eşit ise yani $w = \left(\frac{1}{n}, \frac{1}{n}, \dots, \frac{1}{n}\right)^T$, (IFWA) operatörü Sezgisel Bulanık Ortalama Operatörüne IFA indirgenir (Zeshui, 2007b).

$$IFA_w = (\tilde{a}_1, \tilde{a}_2, \tilde{a}_3, \dots, \tilde{a}_n) = \frac{1}{n}(\tilde{a}_1 \oplus \tilde{a}_2 \oplus \dots \oplus \tilde{a}_n) \quad (4.23)$$

Tanım 4.4.3 $\tilde{a}_j = \langle t_{\tilde{a}_j}, 1 - f_{\tilde{a}_j} \rangle$ ($j = 1, 2, 3, \dots, n$) sezgisel bulanık değerler koleksiyonu ve $\sum_{j=1}^n w_j = 1$ olmak üzere $w = (w_1, w_2, w_3, \dots, w_n)^T$ bir ağırlık vektörü olsun. Bu sezgisel bulanık değerlerin (IFWA) 'ya göre ortalamaları da bir sezgisel bulanık değerdir ve aşağıdaki şekilde hesaplanır (Zeshui, 2007b).

$$IFWA_w = (\tilde{a}_1, \tilde{a}_2, \tilde{a}_3, \dots, \tilde{a}_n) = \left[1 - \prod_{j=1}^n (1 - t_{\tilde{a}_j})^{w_j}, 1 - \prod_{j=1}^n f_{\tilde{a}_j}^{w_j} \right] \quad (4.24)$$

4.4.2 Tercih Matrisi

Tanım 4.4.4 Tercihler kümesi $X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$ olmak üzere; sezgisel tercih bağıntısı olan B , $B = (b_{ij})_{n \times n} \subset X \times X$ şeklinde tanımlanmıştır. Burada ki $(b_{ij})_{n \times n} \forall i, j = 1, 2, 3, \dots, n$ için $(b_{ij})_{n \times n} = \langle (x_i, x_j), \mu(x_i, x_j), \nu(x_i, x_j) \rangle$ dır. Yazımda kolaylık sağlaması için genellikle $(b_{ij})_{n \times n} = \langle \mu_{ij}, \nu_{ij} \rangle$ şeklinde kullanılır. Burada b_{ij} sezgisel bulanık değeri için tanımlanan μ_{ij} değeri x_i 'nin x_j 'ye tercih edilme derecesini, ν_{ij} değeri x_i 'nin x_j 'ye tercih edilmeme derecesini ve $\pi(x_i, x_j) = \pi_{ij} = 1 - \mu(x_i, x_j) - \nu(x_i, x_j)$ değeri ise belirsizlik ya da tereddüt derecesi olarak tanımlanmıştır. μ_{ij} ve ν_{ij} aşağıdaki şartları sağlamaktadır (Zeshui, 2007b).

$$\forall i, j = 1, 2, 3, \dots, n, \quad 0 \leq \mu_{ij} + \nu_{ij} \leq 1, \quad \mu_{ji} = \nu_{ij}, \quad \nu_{ji} = \mu_{ij}, \quad \nu_{ii} = \mu_{ii} = 0.5 \quad (4.25)$$

Tanım 4.4.5 Tanım(2.2.10) ve Tanım(4.25) a göre; $b_{ij} = \langle \mu_{ij}, \nu_{ij} \rangle$ ve $b_{kl} = \langle \mu_{kl}, \nu_{kl} \rangle$ iki sezgisel bulanık değer olmak üzere;

$$1) \bar{b}_{ij} = \langle \nu_{ij}, \mu_{ij} \rangle \quad (4.26)$$

$$2) b_{ij} + b_{kl} = \langle \mu_{ij} + \mu_{kl} - \mu_{ij} \cdot \mu_{kl}, \nu_{ij} \cdot \nu_{kl} \rangle \quad (4.27)$$

$$3) b_{ij} \cdot b_{kl} = \langle \mu_{ij} \cdot \mu_{kl}, \nu_{ij} + \nu_{kl} - \nu_{ij} \cdot \nu_{kl} \rangle \quad (4.28)$$

$$4) \lambda b_{ij} = \langle 1 - (1 - \mu_{ij})^\lambda, \nu_{ij}^\lambda \rangle, \lambda > 0 \quad (4.29)$$

$$5) b_{ij}^\lambda = \langle \mu_{ij}^\lambda, 1 - (1 - \nu_{ij})^\lambda \rangle, \lambda > 0 \quad (4.30)$$

$$6) \ b_{ij} + b_{kl} = b_{kl} + b_{ij} \quad (4.31)$$

$$7) \ b_{ij}.b_{kl} = b_{kl}.b_{ij} \quad (4.32)$$

$$8) \ \lambda(b_{ij} + b_{kl}) = \lambda b_{ij} + \lambda b_{kl}, \lambda > 0 \quad (4.33)$$

$$9) \ (b_{ij}.b_{kl})^\lambda = b_{ij}^\lambda . b_{kl}^\lambda, \lambda > 0 \quad (4.34)$$

$$10) \ \lambda_1 b_{ij} + \lambda_2 b_{ij} = (\lambda_1 + \lambda_2) b_{ij}, \lambda_1, \lambda_2 > 0 \quad (4.35)$$

$$11) \ b_{ij}^{\lambda_1} . b_{ij}^{\lambda_2} = b_{ij}^{\lambda_1 + \lambda_2}, \lambda_1, \lambda_2 > 0 \quad (4.36)$$

yukarıda ki eşitlikler sağlanır (Zeshui, 2007a).

Tanım 4.4.6 $B = (b_{ij})_{n \times n}$ bir sezgisel tercih matrisi olsun, eğer çarpımsal geçişliliği sağlıyor ise yani;

$$\forall i, j, k = 1, 2, \dots, n, \text{ için } b_{ij} = b_{ik} . b_{kj} \quad (4.37)$$

sağlanıyorsa B 'ye tutarlı sezgisel tercih bağıntısı denir (Zeshui, 2007a).

Tanım 4.4.7 B^T matrisi, B sezgisel tercih bağıntısı olsun transpozesi olsun, $B^T = B$ dir (Zeshui, 2007a).

Yukarıda tanımlanan B sezgisel tercih bağıntısı, tercihler kümesi olan $X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$ bir kritere göre değerlendirmek için kullanılabilir. Bu yüzden tercihler kümesi olan X üzerinde eğer bir çok kriterli karar verme problemi tanımlanmış ise her kriter için ayrı ayrı sezgisel tercih bağıntısı hesaplanmalıdır.

$X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$ alternatifler kümesi, $C = \{c_1, c_2, \dots, c_m\}$ kriterler kümesi ve bu kriterlere ait sezgisel bulanık ağırlık vektörü $\tilde{W} = (\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \tilde{w}_3, \dots, \tilde{w}_n)^T$ bir ağırlık vektörü olsun. Sezgisel bulanık tercih matrisi aşağıdaki gibi elde edilir.

1) c_k kriterine göre $B^{(k)}$ sezgisel tercih matrisi oluşturulur.

$$B^{(k)} = (b_{ij}^k)_{n \times n} = \begin{bmatrix} - & b_{12}^k & \dots & b_{1n}^k \\ b_{21}^k & - & \dots & b_{2n}^k \\ \vdots & \vdots & - & \vdots \\ b_{n1}^k & b_{n2}^k & \dots & - \end{bmatrix} \quad (4.38)$$

$b_{ij}^{(k)} = \langle \mu_{ij}^{(k)}, \nu_{ij}^{(k)} \rangle$ eşitliği (4.38) denkleminde yerine yazılırsa eğer;

$$B^{(k)} = \begin{bmatrix} - & (\mu_{12}^{(k)}, v_{12}^{(k)}) & \dots & (\mu_{1n}^{(k)}, v_{1n}^{(k)}) \\ (\mu_{21}^{(k)}, v_{21}^{(k)}) & - & \dots & (\mu_{2n}^{(k)}, v_{2n}^{(k)}) \\ \vdots & \vdots & - & \vdots \\ (\mu_{n1}^{(k)}, v_{n1}^{(k)}) & (\mu_{n1}^{(k)}, v_{n1}^{(k)}) & \dots & - \end{bmatrix} \quad (4.39)$$

elde edilir.

- 2) Bütün $B^{(k)}$ sezgisel tercih bağıntıları elde edildikten sonra sezgisel tercih matrisi $R = (r_{ij})_{n \times n}$ 'nin elemanları IFWA operatörü kullanılarak aşağıdaki gibi elde edilir;

$$r(x_i, x_j) = r_{ij} = \bigoplus_{k=1}^m (\tilde{w}_j \otimes b_{ij}^{(k)}) \quad (4.40)$$

(4.40) denkleminde elde edilen r_{ij} , x_i alternatifinin bütün kriterlere göre x_j alternatifine karşı tercih edilme derecesini göstermektedir. (4.40) denkleminde $\tilde{w}_k = \langle \mu_{\tilde{w}_k}, v_{\tilde{w}_k} \rangle$ olarak alınır, (2.2.10) ve (2.21) eşitlikleri kullanılarak yeniden düzenlenirse;

$$r_{ij} = \left(1 - \prod_{k=1}^m (1 - \mu_{ij}^{(k)} \mu_{\tilde{w}_k}) , \prod_{k=1}^m (v_{ij}^{(k)} + v_{\tilde{w}_k} - v_{ij}^{(k)} v_{\tilde{w}_k}) \right) \quad (4.41)$$

elde edilir. Elde edilen $r_{ij} = (\mu_{ij}, v_{ij})$ 'ler kullanılarak R sezgisel tercih matrisi aşağıdaki gibi yazılır;

$$R = (r_{ij})_{n \times n} = \begin{bmatrix} - & (\mu_{12}, v_{12}) & \dots & (\mu_{1n}, v_{1n}) \\ (\mu_{21}, v_{21}) & - & \dots & (\mu_{2n}, v_{2n}) \\ \vdots & \vdots & - & \vdots \\ (\mu_{n1}, v_{n1}) & (\mu_{n1}, v_{n1}) & \dots & - \end{bmatrix} \quad (4.42)$$

Elde edilen sezgisel tercih matrisinde her bir alternatif, X kümesindeki diğer $(n - 1)$ alternatif ile kıyaslanmıştır. Klasik PROMETHEE yönteminde olduğu gibi sezgisel bulanık PROMETHEE yönteminde de elde edilen tercih matrisi alternatifleri sıralamak için kullanılmaktadır. Bu sıralama klasik PROMETHEE yöntemindeki gibi pozitif, negatif ve net akış kullanılmaktadır. Klasik PROMETHEE de kullanılan kesin (Crisp) sayılar, Sezgisel Bulanık PROMETHEE yönteminde kullanılan sezgisel bulanık sayılardan farklı olduğu için pozitif, negatif akış hesaplamaları farklılık göstermektedir.

Sezgisel bulanık PROMETHEE yöntemine göre pozitif, negatif akışlar aşağıdaki gibi elde edilir (Szmids ve Kacprzyk, 2009).

Tanım 4.4.8 *Sezgisel Bulanık Pozitif Outranking akışı:*

$$\tilde{\varphi}^+(x_i) = \frac{1}{n-1} \bigoplus_{j=1, i \neq j}^n r(x_i, x_j) = \frac{1}{n-1} \bigoplus_{j=1, i \neq j}^n r_{ij} \quad (4.43)$$

Tanım 4.4.9 *Sezgisel Bulanık Negatif Outranking akışı:*

$$\tilde{\varphi}^-(x_i) = \frac{1}{n-1} \bigoplus_{j=1, i \neq j}^n r(x_j, x_i) = \frac{1}{n-1} \bigoplus_{j=1, i \neq j}^n r_{ji} \quad (4.44)$$

Klasik PROMETHEE yönteminde net akış, pozitif akıştan negatif akışın çıkarılması ile elde edilmektedir. Sezgisel bulanık kümelerde çıkarma işlemi tanımlı olmadığı için, Sezgisel Bulanık PROMETHEE yönteminde net akış pozitif akıştan negatif akış çıkartılarak elde edilemez.

Sadece $\tilde{\varphi}^+(x_i)$ ve $\tilde{\varphi}^-(x_i)$ kullanılarak aşağıdaki gibi sıralama yapılabilir;

- **Kısmi Sıralama:** Eğer $\tilde{\varphi}^+(x_i) > \tilde{\varphi}^+(x_j)$ ve $\tilde{\varphi}^-(x_i) < \tilde{\varphi}^-(x_j)$ ise x_i alternatifi x_j alternatifiinden üstündür denir.
- **Eşitlik:** Eğer $\tilde{\varphi}^+(x_i) = \tilde{\varphi}^+(x_j)$ ve $\tilde{\varphi}^-(x_i) = \tilde{\varphi}^-(x_j)$ ise x_i alternatifi ile x_j alternatifi arasında fark yoktur denir.
- **Karşılaştırılamazlık:** Eğer $\tilde{\varphi}^+(x_i) > \tilde{\varphi}^+(x_j)$ ve $\tilde{\varphi}^-(x_j) < \tilde{\varphi}^-(x_i)$ ya da $\tilde{\varphi}^+(x_j) > \tilde{\varphi}^+(x_i)$ ve $\tilde{\varphi}^-(x_i) < \tilde{\varphi}^-(x_j)$ durumu var ise x_i alternatifi x_j alternatifi ile karşılaştırılamaz denir.

Yukarıdaki yöntem kullanılarak alternatifler sadece kısmi olarak sıralanabilirler. Sezgisel bulanık değerlerin kendi aralarında tam sıralama yapmak için Szmidt ve Kacprzyk yeni bir yöntem tanımlamıştır. Bu yöntem sezgisel bulanık değerlerin sağladığı bilginin miktarına ve doğruluk değerine dayanmaktadır (Szmidt ve Kacprzyk, 2009).

Sezgisel Bulanık PROMETHEE yöntemi kullanılarak elde edilen verilerin işlenerek alternatiflerin tam sıralanmasının yapılması gerekmektedir. Bu nedenle (Liao ve Xu, 2014) alternatiflerin tam sıralamasının elde edilmesi için $\tilde{\varphi}^+(x_i)$ ile $\tilde{\varphi}^-(x_i)$ arasındaki sapmayı kullanmıştır. $\tilde{\varphi}^+(x_i)$ ile $\tilde{\varphi}^-(x_i)$ arasındaki sapma aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$\rho(\tilde{\varphi}(x_i)) = \rho(\tilde{\varphi}^+(x_i)) - \rho(\tilde{\varphi}^-(x_i)) \quad (4.45)$$

(4.45) denklemi kullanılarak alternatiflerin tam sıralaması elde edilebilir.

5 UYGULAMA

Bu tezdeki amaç sezgisel bulanık PROMETHEE yöntemini kullanarak askeri personel seçiminde yeni bir yöntem geliştirmektir. Mevcut değerlendirme yönteminde adayların nitelikleri mülakatlarda Evet/Hayır ya da Çok İyi/İyi/Orta/Zayıf şeklinde değerlendirilmektedir. Fiziki Yeterlilik Testinin puanlama şekli ise aşağıdaki ekler tablosunda verilmiştir. Mevcut değerlendirmede adayların puanları oluşturulurken genel kültür sınavı puanının %55'i , Fiziki Yeterlilik Testinin %15'i ve Mülakat Sınavı puanının %30'u alınarak, toplam 100 puan üzerinden değerlendirme yapılmaktadır. Bu değerlendirme biçiminde adaylar belli barajları geçtikten sonra puanı en yüksekten en düşüğe sıralanarak içinden seçme işlemi yapılmaktadır.

Geliştirmeye çalıştığımız yöntemdeki kriterler geniş bir literatür taramasından elde ettiğimiz önceden tanımlanmış kriterlerin yöntemimize uyarlanması şeklindedir. Yöntemimizde niteliklere karar verici ya da karar vericiler yaptıkları mülakatlarda, Evet / Hayır, Mükemmel/ Çok İyi/ İyi/ Orta/ Zayıf/ Kötü/ Çok Kötü ya da 0 ile 100 arasında puan verme şeklinde değerlendirme yapabilmektedir. Sezgisel Bulanık PROMETHEE yöntemi kullanılması dolayısı ile karar verici ya da karar vericiler bütün adayları sabit bir değerlendirme yapmaktansa, her adayı aday havuzundaki herkes ile her kriter için tek tek karşılaştırmış olmaktadır. Her aday diğer adayların tamamıyla tek tek karşılaştırıldığından adayların birbirlerine karşı üstünlükleri değerlendirilmektedir. Sezgisel Bulanık PROMETHEE yönteminin avantajı kullanılarak bu üstünlüklerinin önemini sezgisel bulanık değer olarak belirleyebilmektedir. Ayrıca adayların birbirlerine karşı olan üstünlükleri istenilen kriter fonksiyonuna göre değerlendirilebilmektedir. Yukarıda saydığımız avantajlar sayesinde karar verici ya da karar vericiler kriterlerin önem derecelerini belirlemek konusunda ve kriterleri değerlendirme konusunda esneklik kazanacaklardır.

Yöntemimiz için gerekli olan kriterlerin literatür araştırılması yapıldığında Tablo 5.2'te bulunan kriterler karar vericiler tarafından en çok tercih edilen kriterler olmuştur. Yöntemimizde kullanacağımız kriterler ve açıklamaları aşağıda verilmiştir. Adayların girdikleri KPSS sınavı ve Fiziki Yeterlilik Testinin içeriği ve puanlaması ile ilgili bir değişiklik yapılmamıştır.

Kullanılan Kriterler

1. Ahlak, huy ve karakter: Ahlak, huy ve karakter, askeri personelin en temel değerlerinden biridir. Bu özellikler, kişinin etik değerlere uygun davranışlar sergilemesini, dürüstlük, adalet, saygı, disiplin ve sorumluluk gibi değerlere sahip olmasını ifade eder. Bir askeri

personelde kusursuz ve iyi hal sahibi olmak, etik standartlara baēlı kalmak ve etik deēerleri benimsemek beklenir.

2. Askeri ruh, disiplin ve itaat: Askeri kurumlarda, askeri ruh, disiplin ve itaat önemli birer unsurdur. Askeri ruh, kişinin askeri deēerlere, kurallara ve hizmetin gerektirdiēi ruha sahip olması demektir. Disiplin, kurallara uyma, düzen ve itaat anlamına gelir. Askeri personelin her türlü tesire raēmen askeri ruhu, disiplini ve itaati muhafaza etmesi beklenir. Bu, zorlu koēullarda bile disiplinli ve itaatkar bir şekilde hareket etmek anlamına gelir.
3. Disiplin Kurallarına İtaati: Askeri personelin disiplin kurallarına uyması ve verilen emirlere tam bir itaat göstermesi önemlidir. Disiplin kurallarına uygunluk, askeri personelin kurum içindeki düzene katkıda bulunmasını, emir-komuta zinciri içinde sorumluluklarını yerine getirmesini ve askeri disiplini sürdürmesini sağlar.
4. Güvenilme ve Sadakati: Güvenilirlik ve sadakat, askeri personelin en temel özelliklerinden biridir. Güvenilir olmak, başkalarının güvenini kazanmak, verilen görevleri eksiksiz ve dürüst bir şekilde yerine getirmek anlamına gelir. Sadakat ise kuruma, arkadaşlara ve üstlerine olan baēlılığı ifade eder. Bir askeri personelin güvenilir olması ve kuruma olan sadakatini göstermesi beklenir.
5. Görev için titizlik ve sorumluluēu benimseme derecesi: Askeri personelin görevlerine karşı titizlikle yaklaşması ve sorumluluk sahibi olması önemlidir. Görevin gerektirdiēi titizlik ve özeni göstermek, işleri zamanında ve doēru bir şekilde yerine getirmek, sorumluluk almak ve sonuç odaklı olmak askeri personelden beklenen özelliklerdir.
6. Genel görünüşü, temizliği, kılık-kıyafeti, genel tavır ve hareketlerinin TSK'ya uygunluk derecesi: Askeri personelin genel görünüşü, temizlik, kılık-kıyafet ve tavır hareketlerinin askeri standartlara uygun olması önemlidir. Bu, düzgün bir şekilde giyinmeyi, temiz ve bakımlı olmayı, askeri tören ve görevlerde uygun bir şekilde davranmayı ve disiplinli bir tutum sergilemeyi içerir.
7. Zekâ, kavrayış ve anlayış (muhakeme) yeteneēinin derecesi: Askeri personelin zekâsı, kavrayışı ve anlayışı, görevlerini etkili bir şekilde yerine getirebilmesi için önemlidir. Zekâ, sorunları çözme yeteneēi, hızlı karar verebilme becerisi ve analitik düşünme yeteneēi anlamına gelir. Kavrayış ve anlayış ise verilen bilgileri hızlı bir şekilde kavrayabilme ve mantıklı bir şekilde deēerlendirebilme yeteneēini ifade eder.

8. Anlatım, düşüncesini açıkça söyleme ve inandırma yeteneğinin derecesi: Askeri personelin etkili bir şekilde iletişim kurabilmesi, düşüncelerini açık ve anlaşılır bir şekilde ifade edebilmesi ve diğerlerini ikna edebilmesi önemlidir. İyi bir anlatım becerisi, doğru ve etkili iletişim kurma yeteneği askeri personelden beklenen özelliklerdir.
9. Çevreye intibak, arkadaş edinme, kendini sevdirmeye ve kabul ettirme yeteneğinin derecesi: Askeri personelin çevresine hızla adapte olması, arkadaşlık ilişkileri kurabilmesi, diğerleri tarafından sevilen ve kabul edilen bir kişi olabilmesi önemlidir. İyi bir takım oyuncusu olmak, işbirliği yapabilme ve uyumlu bir şekilde çalışabilme yeteneği askeri personelden beklenen özelliklerdir.
10. Atatürk ilkelerine bağlılık derecesi: Atatürk ilkelerine bağlılık, askeri personelin Türkiye Cumhuriyeti'nin kurucusu Mustafa Kemal Atatürk'ün prensiplerine bağlı kalmasını ifade eder. Atatürk ilke ve inkılaplarına bağlılık, laiklik, demokrasi, cumhuriyetçilik, milliyetçilik ve hukukun üstünlüğü gibi değerlere sahip olmayı ve bu değerleri benimsemeyi içerir. Bir askeri personelden Atatürk ilke ve değerlerine bağlılık beklenir.
11. Problem Çözme ve Karar Verme Becerisi: Askeri personelde problem çözme ve karar verme becerileri, operasyonel etkinlik, liderlik, stratejik planlama ve kriz yönetimi gibi alanlarda önemlidir. Bu beceriler, karmaşık operasyonlarda zorlukların üstesinden gelmek, beklenmedik durumlarla başa çıkmak, etkili çözümler bulmak ve operasyonların başarılı bir şekilde yürütülmesini sağlamak için gereklidir. Ayrıca, liderlik rollerinde karmaşık durumları analiz etmek, alternatif çözümler üretmek, ekipleri yönlendirmek ve stratejik hedefleri belirlemek için bu beceriler kullanılır. Kriz yönetiminde ise hızlı analiz yaparak acil önlemler almak ve etkili çözümler üretmek, karar verme becerilerinin kritik önemini vurgular.
12. Mesleki bilgisini ve askeri ihtisasını geliştirme: Askeri personelin mesleki bilgisini sürekli olarak geliştirmesi ve askeri ihtisasında uzmanlaşması önemlidir. Sürekli eğitim, yeni teknolojileri ve stratejileri takip etme, askeri alanlarda uzmanlaşma ve yeteneklerini geliştirme askeri personelden beklenen özelliklerdir.
13. Sorumluluk bilinci (verilen görevleri yapma gücü): Askeri personelin verilen görevleri eksiksiz bir şekilde yerine getirme yeteneği ve sorumluluk bilinci önemlidir. Görevin gerektirdiği sorumlulukları üstlenmek, zamanında ve etkili bir şekilde hareket etmek, başarı

odaklı olmak ve takım içinde rol almak askeri personelden beklenen özelliklerdir.

14. Çalışkanlık ve dayanıklılığı: Askeri personelin çalışkanlık ve dayanıklılığı, zorlu şartlarda başarıya ulaşma ve görevleri yerine getirme yeteneğini ifade eder. Çalışkanlık, azimle çalışma, özveri ve disiplinli bir şekilde görevlere odaklanma anlamına gelir. Dayanıklılık ise fiziksel ve zihinsel olarak zorluklarla başa çıkabilme yeteneğini ifade eder.
15. Maddi çıkarılara ve kötü alışkanlıklara düşkünlüğü: Askeri personelin maddi çıkarılara ve kötü alışkanlıklara düşkünlüğü olmamalıdır. Askeri personel, dürüstlük, ahlaki değerler ve kurumun itibarını koruma sorumluluğuyla hareket etmelidir.
16. FYT puanı: FYT (Fiziki Yeterlilik Testi) puanı, askeri personelin fiziksel olarak ne kadar yetenekli olduğunu gösteren bir puan sistemidir. Bu puan, fiziksel dayanıklılık, kuvvet, çeviklik ve diğer fiziksel becerilerin değerlendirilmesini sağlar.
17. KPSS puanı: KPSS (Kamu Personeli Seçme Sınavı) puanı, askeri personelin genel yetenek ve genel kültür seviyesini gösteren bir puan sistemidir. KPSS, kişinin akademik bilgi düzeyini ve genel yeteneklerini ölçer.

Bu maddeler, askeri personelin sahip olması beklenen özellikleri ve yetenekleri temsil etmektedir. Bu nitelikler, askeri disiplini, başarıyı ve kurumsal değerleri desteklemek için önemlidir.

Tablo 5.1: Sözel Olarak Puanlanan Kriterlerin Sayısal Puan Karşılıkları

Sözel Puan	Sayısal Puan Karşılığı
ÇK: Çok Kötü	0
K: Kötü	0,15
Z: Zayıf	0,3
O: Orta	0,5
İ: İyi	0,65
Çİ: Çok İyi	0,8
M:Mükemmel	1

Tezimizde personel seçimi için kullanacağımız Sezgisel Bulanık PROMETHEE yönteminde kullanmak için 17 kriter tanımlamıştır. Kriterlerin değerlendirilmesi için seçilen fonksiyonlar ve seçilen fonksiyonlar için gerekli olan eşik değerleri uzman görüşleri alınarak Tablo 5.2'teki gibi

belirlenmiştir. Sonuç olarak geliştirdiğimiz yöntemde 14 kriter Tablo 5.1’te ki gibi yedi sözel puanla ile değerlendirilirken, bir kriter Evet / Hayır şeklinde ve iki kriter ise yüzlük puan sistemi şeklinde değerlendirilmektedir. Sözel puanlama ile değerlendirilen kriterlerin hepsi için seçilen kriter değerlendirme fonksiyonu Tip V olduğundan eşik değerleri aynı seçilmiştir. K15 kriteri için seçilen kriter değerlendirme fonksiyonu Tip I olduğu için sözel olarak verilen Evet değeri sayısal olarak 1 değerine, sözel olarak verilen Hayır değeri sayısal olarak 0 değerine eşittir. K16 kriteri Fiziksel Yeterlilik Testi olduğu için ve adayların buradaki değerlendirmelerinin sabit bir puanlama sistemi içeren tabloya göre yapılmasından dolayı Tip III seçilmiştir. K17 kriterinin değerlendirilmesi için Tip VI seçilmiştir çünkü adayların her sene girdikleri KPSS sınavının zorluğu değişiklik gösterdiğinden ve adayların her sene aldıkları puanlar standart sapma ile belirlendiği için değişiklik göstermektedir.

Tablo 5.2: Kriterler ve Değerlendirme Şekilleri

Kriter	Kriter Açıklaması	Kriter Seçenekleri	Kriter Fonksiyonu
K1	Ahlak, huy ve karakter bakımından ne kadar kusursuz ve iyi hal sahibidir?	ÇK/K/Z/O/İ/Çİ/M	Tip V ($s = 0.15, r = 0.35$)
K2	Askeri ruhu, disiplini ve itaati, her türlü tesire rağmen muhafaza edecek şekilde ne kadar benimsemiştir?	ÇK/K/Z/O/İ/Çİ/M	Tip V ($s = 0.15, r = 0.35$)
K3	Disiplin Kurallarına İtaati	ÇK/K/Z/O/İ/Çİ/M	Tip V ($s = 0.15, r = 0.35$)
K4	Güvenilme ve Sadakati	ÇK/K/Z/O/İ/Çİ/M	Tip V ($s = 0.15, r = 0.35$)
K5	Görev için titizliği ve sorumluluğu benimseme derecesi nedir?	ÇK/K/Z/O/İ/Çİ/M	Tip V ($s = 0.15, r = 0.35$)
K6	Genel görünüşü, temizliği, kılık-kıyafeti, genel tavır ve hareketlerinin TSK'ya uygunluk derecesi nedir?	ÇK/K/Z/O/İ/Çİ/M	Tip V ($s = 0.15, r = 0.35$)
K7	Zekâ, kavrayış ve anlayış (muhakeme) yeteneğinin derecesi nedir?	ÇK/K/Z/O/İ/Çİ/M	Tip V ($s = 0.15, r = 0.35$)
K8	Anlatım, düşüncesini açıkça söyleme ve inandırma yeteneğinin derecesi nedir?	ÇK/K/Z/O/İ/Çİ/M	Tip V ($s = 0.15, r = 0.35$)
K9	Çevreye intibak, arkadaş edinme, kendini sevdirmeye ve kabul ettirme yeteneğinin derecesi nedir?	ÇK/K/Z/O/İ/Çİ/M	Tip V ($s = 0.15, r = 0.35$)
K10	Atatürk ilkelerine bağımlılık derecesi nedir?	ÇK/K/Z/O/İ/Çİ/M	Tip V ($s = 0.15, r = 0.35$)
K11	Problem Çözme ve Karar Verme Becerisi	ÇK/K/Z/O/İ/Çİ/M	Tip V ($s = 0.15, r = 0.35$)
K12	Mesleki Bilgisini ve Askeri İhtisasını Geliştirme	ÇK/K/Z/O/İ/Çİ/M	Tip V ($s = 0.15, r = 0.35$)
K13	Sorumluluk Bilinci (Verilen Görevleri Yapma Gücü)	ÇK/K/Z/O/İ/Çİ/M	Tip V ($s = 0.15, r = 0.35$)
K14	Çalışkanlığı ve Dayanıklılığı	ÇK/K/Z/O/İ/Çİ/M	Tip V ($s = 0.15, r = 0.35$)
K15	Maddi çıkarlara ve kötü alışkanlıklara düşkünlüğü yoktur.	Evet/Hayır	Tip I
K16	FYT puanı	40-100	Tip III ($m = 30$)
K17	Kpss Puanı	60-100	Tip VI

Tezimizde uygulama olarak aynı 20 adaya aynı 17 kriterlerle dört farklı değerlendirme yapacağız. Yapacağımız dört farklı değerlendirmede 20 kişinin arasında seçim yapılacak olup bu kişilerin sınav, test ve mülakatlardan aldıkları puanlar Tablo 5.4'deki gibidir. Sözel değerlendirmelerin sayısal puana çevrildikten sonra elde edilen ve hesaplamada kullanılacak değerler Tablo 5.5'deki gibidir. Bu kriterlerin ağırlıklarının üyelik ve üye olmama değerleri uzman görüşleriyle beraber Tablo 5.3'te ki gibi belirlenmiştir. Birinci değerlendirmede uzman görüşü ile belirlenmiş üye olma ve üye olmama değeri ile değerlendirme yapılacaktır. Değerlendirme yöntemi olarak sezgisel bulanık PROMETHEE yöntemi kullanılacaktır. İkinci değerlendirmede üye olma birinci değerlendirmeye yakın değerler verilerek ve üye olmama değerleri değiştirilmeden sıralamalarda oluşacak değişiklikler incelenecektir. Üçüncü değerlendirme de ise üye olmama değerleri değiştirilmeden üye olma değerleri mevcut sistemde bulunan değerlendirmede yöntemindeki kriterlerin ağırlık yüzdeleri olacaktır. Yani normal değerlendirmede KPSS % 55 ağırlıkta olduğu için üçüncü değerlendirmede 17. kriterin üyelik değeri 0,55 olarak alınacaktır. Diğer kriterlerde benzer şekilde hesaplanmıştır. Dördüncü değerlendirme mevcut sistemin değerlendirmesi şeklinde olacaktır herhangi bir değişiklik yapılmayacaktır. Sadece kriter ağırlıklarında değişim olduğu için uzman görüşleriyle belirlenen kriter üye olma ve üye olmama değerlerinin hesaplanma adımları gösterilmiştir diğer hesaplamalar benzer şekilde yapıldığı için sadece sonuçlar yazılmıştır.

Adayların aldıkları puanlara ve kriter fonksiyonlarına göre oluşturulan $B^{(k)} (k = 1, 2, 3, \dots, 17)$ tercih matrisleri aşağıdaki gibidir.

Tablo 5.3: Kriterlerin Önem Derecelerinin Üyelik ve Üye Olmama Değerleri

Birinci Değerlendirme			İkinci Değerlendirme		Üçüncü Değerlendirme	
	Üyelik Değeri	Üye Olmama Değeri	Üyelik Değeri	Üye Olmama Değeri	Üyelik Değeri	Üye Olmama Değeri
$\tilde{w}_1$	0,05	0,01	0,05	0,01	0,02	0,01
$\tilde{w}_2$	0,07	0,01	0,05	0,01	0,02	0,01
$\tilde{w}_3$	0,05	0,01	0,06	0,02	0,02	0,02
$\tilde{w}_4$	0,07	0,01	0,10	0,01	0,02	0,01
$\tilde{w}_5$	0,05	0,01	0,05	0,01	0,02	0,01
$\tilde{w}_6$	0,06	0,01	0,05	0,01	0,02	0,01
$\tilde{w}_7$	0,06	0,01	0,06	0,01	0,02	0,01
$\tilde{w}_8$	0,06	0,01	0,05	0,01	0,02	0,01
$\tilde{w}_9$	0,05	0,02	0,05	0,02	0,02	0,02
$\tilde{w}_{10}$	0,05	0,03	0,06	0,01	0,02	0,01
$\tilde{w}_{11}$	0,07	0,01	0,05	0,01	0,02	0,01
$\tilde{w}_{12}$	0,06	0,01	0,03	0,01	0,02	0,01
$\tilde{w}_{13}$	0,06	0,03	0,04	0,03	0,02	0,03
$\tilde{w}_{14}$	0,05	0,04	0,04	0,04	0,02	0,04
$\tilde{w}_{15}$	0,05	0,01	0,05	0,01	0,02	0,01
$\tilde{w}_{16}$	0,07	0,02	0,09	0,02	0,15	0,02
$\tilde{w}_{17}$	0,07	0,02	0,12	0,02	0,55	0,02

Tablo 5.4: Adayların Kriterlere Göre Aldıkları Puanlar

Kriter	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{15}	x_{16}	x_{17}	x_{18}	x_{19}	x_{20}
K1	M	M	O	O	Z	M	ÇK	Çİ	İ	M	Çİ	M	Z	K	K	O	M	Çİ	Z	M
K2	İ	K	O	O	ÇK	O	Z	M	Z	Çİ	İ	K	Z	ÇK	O	K	İ	O	Z	K
K3	K	Z	K	Çİ	İ	Z	Z	Z	M	O	M	ÇK	O	O	Çİ	O	İ	İ	Çİ	O
K4	Z	K	K	ÇK	O	İ	K	M	Z	Çİ	ÇK	M	O	O	O	O	K	ÇK	M	ÇK
K5	Z	ÇK	Çİ	İ	Z	İ	ÇK	O	ÇK	M	O	M	Çİ	ÇK	İ	Çİ	Z	Çİ	ÇK	İ
K6	O	İ	K	O	Çİ	Çİ	İ	M	M	ÇK	ÇK	İ	ÇK	ÇK	Çİ	İ	Z	K	İ	O
K7	Z	Z	ÇK	ÇK	Z	O	ÇK	İ	İ	O	ÇK	K	Z	K	Çİ	M	İ	O	Z	ÇK
K8	M	K	K	ÇK	ÇK	Z	ÇK	İ	O	ÇK	ÇK	Z	M	Z	Çİ	Z	İ	ÇK	O	İ
K9	O	Çİ	ÇK	M	ÇK	O	Z	Çİ	Çİ	İ	ÇK	M	Çİ	O	İ	ÇK	Z	Çİ	Çİ	O
K10	Çİ	ÇK	K	Z	ÇK	Z	İ	M	ÇK	Z	K	K	K	İ	M	O	Z	Z	M	İ
K11	Z	ÇK	ÇK	O	Çİ	K	O	İ	K	K	M	Z	K	Çİ	ÇK	M	K	M	Z	Çİ
K12	M	Z	ÇK	K	ÇK	K	O	O	ÇK	K	M	O	ÇK	İ	Çİ	M	K	ÇK	Çİ	ÇK
K13	O	M	ÇK	M	Çİ	O	İ	K	O	M	Çİ	K	O	M	İ	M	O	Z	M	İ
K14	O	M	İ	Çİ	ÇK	M	ÇK	O	İ	K	M	ÇK	M	M	O	M	K	İ	ÇK	ÇK
K15	Hayır	Evet	Evet	Hayır	Evet	Hayır	Evet	Evet	Evet	Evet	Hayır	Hayır	Hayır	Evet	Hayır	Evet	Evet	Evet	Evet	Evet
K16	100	50	53	87	60	43	90	65	56	50	85	69	40	52	78	98	71	100	85	74
K17	64	91	63	72	84	60	78	94	96	67	87	70	77	65	92	77	74	85	80	82

Tablo 5.5: Adayların Kriterlere Göre Aldıkları Puanların Karşılıkları

Kriterler	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{15}	x_{16}	x_{17}	x_{18}	x_{19}	x_{20}
K1	1	1	0,5	0,5	0,3	1	0	0,8	0,65	1	0,8	1	0,3	0,15	0,15	0,5	1	0,8	0,3	1
K2	0,65	0,15	0,5	0,5	0	0,5	0,3	1	0,3	0,8	0,65	0,15	0,3	0	0,5	0,15	0,65	0,5	0,3	0,15
K3	0,15	0,3	0,15	0,8	0,65	0,3	0,3	0,3	1	0,5	1	0	0,5	0,5	0,8	0,5	0,65	0,65	0,8	0,5
K4	0,3	0,15	0,15	0	0,5	0,65	0,15	1	0,3	0,8	0	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,15	0	1	0
K5	0,3	0	0,8	0,65	0,3	0,65	0	0,5	0	1	0,5	1	0,8	0	0,65	0,8	0,3	0,8	0	0,65
K6	0,5	0,65	0,15	0,5	0,8	0,8	0,65	1	1	0	0	0,65	0	0	0,8	0,65	0,3	0,15	0,65	0,5
K7	0,3	0,3	0	0	0,3	0,5	0	0,65	0,65	0,5	0	0,15	0,3	0,15	0,8	1	0,65	0,5	0,3	0
K8	1	0,15	0,15	0	0	0,3	0	0,65	0,5	0	0	0,3	1	0,3	0,8	0,3	0,65	0	0,5	0,65
K9	0,5	0,8	0	1	0	0,5	0,3	0,8	0,8	0,65	0	1	0,8	0,5	0,65	0	0,3	0,8	0,8	0,5
K10	0,8	0	0,15	0,3	0	0,3	0,65	1	0	0,3	0,15	0,15	0,15	0,65	1	0,5	0,3	0,3	1	0,65
K11	0,3	0	0	0,5	0,8	0,15	0,5	0,65	0,15	0,15	1	0,3	0,15	0,8	0	1	0,15	1	0,3	0,8
K12	1	0,3	0	0,15	0	0,15	0,5	0,5	0	0,15	1	0,5	0	0,65	0,8	1	0,15	0	0,8	0
K13	0,5	1	0	1	0,8	0,5	0,65	0,15	0,5	1	0,8	0,15	0,5	1	0,65	1	0,5	0,3	1	0,65
K14	0,5	1	0,65	0,8	0	1	0	0,5	0,65	0,15	1	0	1	1	0,5	1	0,15	0,65	0	0
K15	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1
K16	100	50	53	87	60	43	90	65	56	50	85	69	40	52	78	98	71	100	85	74
K17	64	91	63	72	84	60	78	94	96	67	87	70	77	65	92	77	74	85	80	82

[illegible]

$B^{(2)} =$	—	0	0	0	0	0	0	0,5714	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1	—	0,5714	0,5714	0	0,5714	0	1	0	1	1	0	0	0	0,5714	0	1	0,5714	0	0	
	0	0	—	0	0	0	0	1	0	0,4285	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	—	0	0	0	1	0	0,4285	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1	0	1	1	—	1	0,4285	1	0,4285	1	1	0	0,4285	0	1	0	1	1	0,4285	0	
	0	0	0	0	0	—	0	1	0	0,4285	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0,5714	0	0,1428	0,1428	0	0,1428	—	1	0	1	0,5714	0	0	0	0,1428	0	0,5714	0,1428	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0,5714	0	0,1428	0,1428	0	0,1428	0	1	—	1	0,5714	0	0	0	0,1428	0	0,5714	0,1428	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0,1428	0	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0,5714	0	0	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	1	0	0,5714	0,5714	0	0,5714	0	1	0	1	1	—	0	0	0,5714	0	1	0,5714	0	0	
	0,5714	0	0,1428	0,1428	0	0,1428	0	1	0	1	0,5714	0	—	0	0,1428	0	0,5714	0,1428	0	0	
	1	0	1	1	0	1	0,4285	1	0,4285	1	1	0	0,4285	—	1	0	1	1	0,4285	0	
	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0,4285	0	0	0	0	—	0	0	0	0	0	
	1	0	0,5714	0,5714	0	0,5714	0	1	0	1	1	0	0	0	0,5714	—	1	0,5714	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0,5714	0	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0,4285	0	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0
	0,5714	0	0,1428	0,1428	0	0,1428	0	1	0	1	0,5714	0	0	0	0	0,1428	0	0,5714	0,1428	—	0
	1	0	0,5714	0,5714	0	0,5714	0	1	0	1	1	0	0	0	0,5714	0	1	0,5714	0	—	

$B^{(3)} =$	−	0	0	1	1	0	0	0	1	0,5714	1	0	0,5714	0,5714	1	0,5714	1	1	1	0,5714
	0	−	0	1	0,5714	0	0	0	1	0,1428	1	0	0,1428	0,1428	1	0,1428	0,5714	0,5714	1	0,1428
	0	0	−	1	1	0	0	0	1	0,5714	1	0	0,5714	0,5714	1	0,5714	1	1	1	0,5714
	0	0	0	−	0	0	0	0	0,1428	0	0,1428	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	−	0	0	0	0,5714	0	0,5714	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	1	0,5714	−	0	0	1	0,1428	1	0	0,1428	0,1428	1	0,1428	0,5714	0,5714	1	0,1428
	0	0	0	1	0,5714	0	−	0	1	0,1428	1	0	0,1428	0,1428	1	0,1428	0,5714	0,5714	1	0,1428
	0	0	0	1	0,5714	0	0	−	1	0,1428	1	0	0,1428	0,1428	1	0,1428	0,5714	0,5714	1	0,1428
	0	0	0	0	0	0	0	0	−	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0,4285	0	0	0	0	1	−	1	0	0	0	0,4285	0	0	0	0,4285	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	−	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0,4285	0	1	1	0,4285	0,4285	0,4285	1	1	1	−	1	1	1	1	1	1	1	1
	0	0	0	0,4285	0	0	0	0	1	0	1	0	−	0	0,4285	0	0	0	0,4285	0
	0	0	0	0,4285	0	0	0	0	1	0	1	0	0	−	0,4285	0	0	0	0,4285	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1428	0	0,1428	0	0	0	−	0	0	0	0	0
	0	0	0	0,4285	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0,4285	−	0	0	0,4285	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5714	0	0,5714	0	0	0	0	0	−	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5714	0	0,5714	0	0	0	0	0	0	−	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1428	0	0,1428	0	0	0	0	0	0	0	−	0
	0	0	0	0,4285	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0,4285	0	0	0	0,4285	−

$B^{(4)} =$	—	0	0	0	0,1428	0,5714	0	1	0	1	0	1	0,1428	0,1428	0,1428	0,1428	0	0	1	0	
	0	—	0	0	0,5714	1	0	1	0	1	0	1	0,5714	0,5714	0,5714	0,5714	0	0	1	0	
	0	0	—	0	0,5714	1	0	1	0	1	0	1	0,5714	0,5714	0,5714	0,5714	0	0	1	0	
	0,4285	0	0	—	1	1	0	1	0,4285	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	
	0	0	0	0	—	0	0	1	0	0,4285	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	
	0	0	0	0	0	—	0	0,5714	0	0	0	0,5714	0	0	0	0	0	0	0,5714	0	
	0	0	0	0	0,5714	1	—	1	0	1	0	1	0,5714	0,5714	0,5714	0,5714	0	0	1	0	
	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0,1428	0,5714	0	1	—	1	0	1	0,1428	0,1428	0,1428	0,1428	0	0	1	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0,1428	0	—	0	0,1428	0	0	0	0	0	0	0,1428	0	
	0,4285	0	0	0	1	1	0	1	0,4285	1	—	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0,4285	0	1	—	0	0	0	0	0	1	0	
	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0,4285	0	1	0	—	0	0	0	0	1	0	
	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0,4285	0	1	0	0	—	0	0	0	1	0	
	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0,4285	0	1	0	0	0	—	0	0	1	0	
	0	0	0	0	0,5714	1	0	1	0	1	0	1	0,5714	0,5714	0,5714	0,5714	—	0	1	0	
	0,4285	0	0	0	1	1	0	1	0,4285	1	0	1	1	1	1	1	1	0	—	1	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	0
	0,4285	0	0	0	1	1	0	1	0,4285	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	—

[illegible]

$B^{(6)} =$	—	0	0	0	0,4285	0,4285	0	1	1	0	0	0	0	0	0,4285	0	0	0	0	0
	0	—	0	0	0	0	0	0,5714	0,5714	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0,5714	1	—	0,5714	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0,5714
	0	0	0	—	0,4285	0,4285	0	1	1	0	0	0	0	0	0,4285	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	—	0	0	0,1428	0,1428	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	—	0	0,1428	0,1428	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	—	0,5714	0,5714	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	1	0	1	1	1	1	1	1	—	0	1	0	0	1	1	0,4285	0	1	1
	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	—	1	0	0	1	1	0,4285	0	1	1
	0	0	0	0	0	0	0	0,5714	0,5714	0	0	—	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	—	0	1	1	0,4285	0	1	1
	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	—	1	1	0,4285	0	1	1
	0	0	0	0	0	0	0	0,1428	0,1428	0	0	0	0	0	—	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0,5714	0,5714	0	0	0	0	0	0	—	0	0	0	0
	0,1428	0,5714	0	0,1428	1	1	0,5714	1	1	0	0	0,5714	0	0	1	0,5714	—	0	0,5714	0,1428
	0,5714	1	0	0,5714	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	—	1	0,5714
	0	0	0	0	0	0	0	0,5714	0,5714	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	0
	0	0	0	0	0,4285	0,4285	0	1	1	0	0	0	0	0	0,4285	0	0	0	0	—

$B^{(7)} =$	—	0	0	0	0	0,1428	0	0,5714	0,5714	0,1428	0	0	0	0	1	1	0,5714	0,1428	0	0
	0	—	0	0	0	0,1428	0	0,5714	0,5714	0,1428	0	0	0	0	1	1	0,5714	0,1428	0	0
	0,4285	0,4285	—	0	0,4285	1	0	1	1	1	0	0	0,4285	0	1	1	1	1	0,4285	0
	0,4285	0,4285	0	—	0,4285	1	0	1	1	1	0	0	0,4285	0	1	1	1	1	0,4285	0
	0	0	0	0	—	0,1428	0	0,5714	0,5714	0,1428	0	0	0	0	1	1	0,5714	0,1428	0	0
	0	0	0	0	0	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4285	1	0	0	0	0
	0,4285	0,4285	0	0	0,4285	1	—	1	1	1	0	0	0,4285	0	1	1	1	1	0,4285	0
	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	0	0	0	0	0	0,5714	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	0	0	0	0	0,5714	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	0	0	0,4285	1	0	0	0	0
	0,4285	0,4285	0	0	0,4285	1	0	1	1	1	—	0	0,4285	0	1	1	1	1	0,4285	0
	0	0	0	0	0	0,5714	0	1	1	0,5714	0	—	0	0	1	1	1	0,5714	0	0
	0	0	0	0	0	0,1428	0	0,5714	0,5714	0,1428	0	0	—	0	1	1	0,5714	0,1428	0	0
	0	0	0	0	0	0,5714	0	1	1	0,5714	0	0	0	—	1	1	1	0,5714	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	0,1428	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5714	—	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4285	1	0	—	0	0
	0	0	0	0	0	0,1428	0	0,5714	0,5714	0,1428	0	0	0	0	1	1	0,5714	0,1428	—	0
	0,4285	0,4285	0	0	0,4285	1	0	1	1	1	0	0	0,4285	0	1	1	1	1	0,4285	—

$$B^{(8)} =$$

$$B^{(9)} =$$

$$B^{(10)} =$$

$$B^{(11)} =$$

$$B^{(12)} =$$

$B^{(13)} =$	—	1	0	1	0,4285	0	0	0	0	1	0,4285	0	0	1	0	1	0	0	1	0
	0	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1	1	—	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0,4285	1	1
	0	0	0	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0,1428	0	0,1428	—	0	0	0	0	0,1428	0	0	0	0,1428	0	0,1428	0	0	0,1428	0
	0	1	0	1	0,4285	—	0	0	0	1	0,4285	0	0	1	0	1	0	0	1	0
	0	0,5714	0	0,5714	0	0	—	0	0	0,5714	0	0	0	0,5714	0	0,5714	0	0	0,5714	0
	0,5714	1	0	1	1	0,5714	1	—	0,5714	1	1	0	0,5714	1	1	1	0,5714	0	1	1
	0	1	0	1	0,4285	0	0	0	—	1	0,4285	0	0	1	0	1	0	0	1	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0,1428	0	0,1428	0	0	0	0	0	0,1428	—	0	0	0,1428	0	0,1428	0	0	0,1428	0
	0,5714	1	0	1	1	0,5714	1	0	0,5714	1	1	—	0,5714	1	1	1	0,5714	0	1	1
	0	1	0	1	0,4285	0	0	0	0	1	0,4285	0	—	1	0	1	0	0	1	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	0	0	0	0
	0	0,5714	0	0,5714	0	0	0	0	0	0,5714	0	0	0	0,5714	—	0,5714	0	0	0,5714	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	0	0
0	1	0	1	0,4285	0	0	0	0	1	0,4285	0	0	1	0	1	—	0	1	0	
0,1428	1	0	1	1	0,1428	0,5714	0	0,1428	1	1	0	0,1428	1	0,5714	1	0,1428	—	1	0,5714	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	0	
0	0,5714	0	0,5714	0	0	0	0	0	0,5714	0	0	0	0,5714	0	0,5714	0	0	0,5714	—	

$$B^{(14)} =$$

$$B^{(15)} =$$

$$B^{(16)} = \begin{bmatrix} - & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & - & 0,1 & 1 & 0,3333 & 0 & 1 & 0,5 & 0,2 & 0 & 1 & 0,6333 & 0 & 0,0666 & 0,9333 & 1 & 0,7 & 1 & 1 & 0,8 \\ 1 & 0 & - & 1 & 0,2333 & 0 & 1 & 0,4 & 0,1 & 0 & 1 & 0,5333 & 0 & 0 & 0,8333 & 1 & 0,6 & 1 & 1 & 0,7 \\ 0,4333 & 0 & 0 & - & 0 & 0 & 0,1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,3666 & 0 & 0,4333 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0,9 & - & 0 & 1 & 0,1666 & 0 & 0 & 0,8333 & 0,3 & 0 & 0 & 0,6 & 1 & 0,3666 & 1 & 0,8333 & 0,4666 \\ 1 & 0,2333 & 0,3333 & 1 & 0,5666 & - & 1 & 0,7333 & 0,4333 & 0,2333 & 1 & 0,8666 & 0 & 0,3 & 1 & 1 & 0,9333 & 1 & 1 & 1 \\ 0,3333 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & - & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,2666 & 0 & 0,3333 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0,7333 & 0 & 0 & 0,8333 & - & 0 & 0 & 0,6666 & 0,1333 & 0 & 0 & 0,4333 & 1 & 0,2 & 1 & 0,6666 & 0,3 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0,1333 & 0 & 1 & 0,3 & - & 0 & 0,9666 & 0,4333 & 0 & 0 & 0,7333 & 1 & 0,5 & 1 & 0,9666 & 0,6 \\ 1 & 0 & 0,1 & 1 & 0,3333 & 0 & 1 & 0,5 & 0,2 & - & 1 & 0,6333 & 0 & 0,0666 & 0,9333 & 1 & 0,7 & 1 & 1 & 0,8 \\ 0,5 & 0 & 0 & 0,0666 & 0 & 0 & 0,1666 & 0 & 0 & 0 & - & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,4333 & 0 & 0,5 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0,6 & 0 & 0 & 0,7 & 0 & 0 & 0 & 0,5333 & - & 0 & 0 & 0,3 & 0,9666 & 0,0666 & 1 & 0,5333 & 0,1666 \\ 1 & 0,3333 & 0,4333 & 1 & 0,6666 & 0,1 & 1 & 0,8333 & 0,5333 & 0,3333 & 1 & 0,9666 & - & 0,4 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0,0333 & 1 & 0,2666 & 0 & 1 & 0,4333 & 0,1333 & 0 & 1 & 0,5666 & 0 & - & 0,8666 & 1 & 0,6333 & 1 & 1 & 0,7333 \\ 0,7333 & 0 & 0 & 0,3 & 0 & 0 & 0,4 & 0 & 0 & 0 & 0,2333 & 0 & 0 & 0 & - & 0,6666 & 0 & 0,7333 & 0,2333 & 0 \\ 0,0666 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & - & 0 & 0,0666 & 0 & 0 \\ 0,9666 & 0 & 0 & 0,5333 & 0 & 0 & 0,6333 & 0 & 0 & 0 & 0,4666 & 0 & 0 & 0 & 0,2333 & 0,9 & - & 0,9666 & 0,4666 & 0,1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & - & 0 & 0 \\ 0,5 & 0 & 0 & 0,0666 & 0 & 0 & 0,1666 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,4333 & 0 & 0,5 & - & 0 \\ 0,8666 & 0 & 0 & 0,4333 & 0 & 0 & 0,5333 & 0 & 0 & 0 & 0,3666 & 0 & 0 & 0 & 0,1333 & 0,8 & 0 & 0,8666 & 0,3666 & - \end{bmatrix}$$

$$B^{(17)} = \begin{bmatrix} - & 0,2106 & 0 & 0,0677 & 0,1607 & 0 & 0,1154 & 0,2310 & 0,2444 & 0,0259 & 0,1824 & 0,0512 & 0,1076 & 0,0087 & 0,2175 & 0,1076 & 0,0838 & 0,1680 & 0,1307 & 0,1458 \\ 0 & - & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,0259 & 0,0428 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,0087 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0,0087 & 0,2175 & - & 0,0758 & 0,1680 & 0 & 0,1231 & 0,2377 & 0,2510 & 0,0344 & 0,1896 & 0,0595 & 0,1154 & 0,0174 & 0,2243 & 0,1154 & 0,0918 & 0,1752 & 0,1383 & 0,1533 \\ 0 & 0,1533 & 0 & - & 0,0998 & 0 & 0,0512 & 0,1752 & 0,1896 & 0 & 0,1231 & 0 & 0,0428 & 0 & 0,1607 & 0,0428 & 0,0174 & 0,1076 & 0,0677 & 0,0838 \\ 0 & 0,0595 & 0 & 0 & - & 0 & 0 & 0,0838 & 0,0998 & 0 & 0,0259 & 0 & 0 & 0 & 0,0677 & 0 & 0 & 0,0087 & 0 & 0 \\ 0,0344 & 0,2377 & 0,0259 & 0,0998 & 0,1896 & - & 0,1458 & 0,2575 & 0,2704 & 0,0595 & 0,2106 & 0,0838 & 0,1383 & 0,0428 & 0,2444 & 0,1383 & 0,1154 & 0,1966 & 0,1607 & 0,1752 \\ 0 & 0,1076 & 0 & 0 & 0,0512 & 0 & - & 0,1307 & 0,1458 & 0 & 0,0758 & 0 & 0 & 0 & 0,1154 & 0 & 0 & 0,0595 & 0,0174 & 0,0344 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & - & 0,0174 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & - & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,1896 & 0 & 0,0428 & 0,1383 & 0 & 0,0918 & 0,2106 & 0,2243 & - & 0,1607 & 0,0259 & 0,0838 & 0 & 0,1966 & 0,0838 & 0,0595 & 0,1458 & 0,1076 & 0,1231 \\ 0 & 0,0344 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,0595 & 0,0758 & 0 & - & 0 & 0 & 0 & 0,0428 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,1680 & 0 & 0,0174 & 0,1154 & 0 & 0,0677 & 0,1896 & 0,2036 & 0 & 0,1383 & - & 0,0595 & 0 & 0,1752 & 0,0595 & 0,0344 & 0,1231 & 0,0838 & 0,0998 \\ 0 & 0,1154 & 0 & 0 & 0,0595 & 0 & 0,0087 & 0,1383 & 0,1533 & 0 & 0,0838 & 0 & - & 0 & 0,1231 & 0 & 0 & 0,0677 & 0,0259 & 0,0428 \\ 0 & 0,2036 & 0 & 0,0595 & 0,1533 & 0 & 0,1076 & 0,2243 & 0,2377 & 0,0174 & 0,1752 & 0,0428 & 0,0998 & - & 0,2106 & 0,0998 & 0,0758 & 0,1607 & 0,1231 & 0,1383 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,0174 & 0,0344 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & - & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0,1154 & 0 & 0 & 0,0595 & 0 & 0,0087 & 0,1383 & 0,1533 & 0 & 0,0838 & 0 & 0 & 0 & 0,1231 & - & 0 & 0,0677 & 0,0259 & 0,0428 \\ 0 & 0,1383 & 0 & 0 & 0,0838 & 0 & 0,0344 & 0,1607 & 0,1752 & 0 & 0,1076 & 0 & 0,0259 & 0 & 0,1458 & 0,0259 & - & 0,0918 & 0,0512 & 0,0677 \\ 0 & 0,0512 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0,0758 & 0,0918 & 0 & 0,0174 & 0 & 0 & 0 & 0,0595 & 0 & 0 & - & 0 & 0 \\ 0 & 0,0918 & 0 & 0 & 0,0344 & 0 & 0 & 0,1154 & 0,1307 & 0 & 0,0595 & 0 & 0 & 0 & 0,0998 & 0 & 0 & 0,0428 & - & 0,0174 \\ 0 & 0,0758 & 0 & 0 & 0,0174 & 0 & 0 & 0,0998 & 0,1154 & 0 & 0,0428 & 0 & 0 & 0 & 0,0838 & 0 & 0 & 0,0259 & 0 & - \end{bmatrix}$$

$$R = \begin{bmatrix} - & 0,1821 & 0,0975 & 0,2054 & 0,2208 & 0,1450 & 0,0671 & 0,2981 & 0,2137 & 0,2415 & 0,1985 & 0,1637 & 0,1570 & 0,2417 & 0,1829 & 0,3275 & 0,1336 & 0,2355 & 0,2407 & 0,1748 \\ 0,3071 & - & 0,0917 & 0,2704 & 0,1711 & 0,1754 & 0,1869 & 0,3908 & 0,1599 & 0,2050 & 0,3125 & 0,1936 & 0,1488 & 0,1913 & 0,3851 & 0,3426 & 0,2498 & 0,2550 & 0,3127 & 0,2621 \\ 0,3986 & 0,2790 & - & 0,2960 & 0,2917 & 0,3264 & 0,3393 & 0,4688 & 0,2953 & 0,3085 & 0,3184 & 0,3175 & 0,2651 & 0,3289 & 0,4413 & 0,4112 & 0,3040 & 0,3099 & 0,4445 & 0,3822 \\ 0,2715 & 0,1391 & 0,0500 & - & 0,1929 & 0,2205 & 0,1182 & 0,3942 & 0,2518 & 0,2573 & 0,1633 & 0,1941 & 0,1569 & 0,2423 & 0,2937 & 0,3214 & 0,2060 & 0,2189 & 0,2809 & 0,2087 \\ 0,3762 & 0,1772 & 0,1626 & 0,2611 & - & 0,2669 & 0,2099 & 0,4175 & 0,2616 & 0,2551 & 0,2888 & 0,2858 & 0,2165 & 0,2215 & 0,3833 & 0,3313 & 0,2507 & 0,3229 & 0,3269 & 0,2466 \\ 0,2212 & 0,1547 & 0,0739 & 0,2479 & 0,2076 & - & 0,2124 & 0,3658 & 0,1744 & 0,1798 & 0,2570 & 0,2001 & 0,0956 & 0,2644 & 0,2898 & 0,3325 & 0,1737 & 0,2297 & 0,3512 & 0,2450 \\ 0,2909 & 0,2019 & 0,1533 & 0,2620 & 0,1602 & 0,2840 & - & 0,4215 & 0,3151 & 0,3151 & 0,3188 & 0,2256 & 0,2686 & 0,1795 & 0,3431 & 0,3806 & 0,2341 & 0,3356 & 0,3144 & 0,1933 \\ 0,1892 & 0,1138 & 0,0214 & 0,1769 & 0,0869 & 0,0895 & 0,1148 & - & 0,0837 & 0,1201 & 0,2686 & 0,0727 & 0,1392 & 0,1134 & 0,1556 & 0,2953 & 0,0820 & 0,1513 & 0,1698 & 0,0932 \\ 0,2867 & 0,1365 & 0,0588 & 0,2333 & 0,1304 & 0,1678 & 0,2027 & 0,3283 & - & 0,2638 & 0,2929 & 0,2230 & 0,1412 & 0,2492 & 0,2309 & 0,3594 & 0,1379 & 0,2041 & 0,2722 & 0,2219 \\ 0,2886 & 0,1207 & 0,0567 & 0,2460 & 0,1563 & 0,1318 & 0,2194 & 0,3191 & 0,2277 & - & 0,2730 & 0,1894 & 0,1122 & 0,2169 & 0,3278 & 0,3439 & 0,1334 & 0,1867 & 0,2959 & 0,2554 \\ 0,2813 & 0,1904 & 0,0704 & 0,1207 & 0,1926 & 0,2468 & 0,1830 & 0,3677 & 0,2783 & 0,2625 & - & 0,2388 & 0,2082 & 0,2314 & 0,3079 & 0,3072 & 0,2064 & 0,1989 & 0,3223 & 0,2513 \\ 0,3303 & 0,1796 & 0,1310 & 0,2262 & 0,2174 & 0,1652 & 0,2237 & 0,3507 & 0,2663 & 0,2340 & 0,3375 & - & 0,1841 & 0,2895 & 0,3548 & 0,4021 & 0,2655 & 0,3164 & 0,2559 & 0,2911 \\ 0,2897 & 0,2506 & 0,0943 & 0,2480 & 0,2335 & 0,1336 & 0,2900 & 0,4512 & 0,2450 & 0,2626 & 0,3164 & 0,2848 & - & 0,2791 & 0,2962 & 0,3823 & 0,2427 & 0,2393 & 0,3680 & 0,3102 \\ 0,3130 & 0,1431 & 0,1407 & 0,3044 & 0,1089 & 0,2380 & 0,1583 & 0,3963 & 0,2712 & 0,2130 & 0,2974 & 0,2862 & 0,1564 & - & 0,3531 & 0,2820 & 0,2722 & 0,2763 & 0,2797 & 0,2344 \\ 0,1432 & 0,1746 & 0,0788 & 0,1895 & 0,1165 & 0,1004 & 0,1412 & 0,2798 & 0,1168 & 0,2041 & 0,1896 & 0,1938 & 0,0581 & 0,1895 & - & 0,2633 & 0,1004 & 0,2063 & 0,1859 & 0,1633 \\ 0,2305 & 0,1076 & 0,0371 & 0,1049 & 0,0042 & 0,1338 & 0,0220 & 0,2940 & 0,1462 & 0,1899 & 0,1370 & 0,1693 & 0,1070 & 0,0500 & 0,2092 & - & 0,1632 & 0,1144 & 0,1889 & 0,1338 \\ 0,2314 & 0,1896 & 0,0975 & 0,2451 & 0,1889 & 0,2007 & 0,1718 & 0,3513 & 0,1877 & 0,1932 & 0,2492 & 0,2172 & 0,2066 & 0,2765 & 0,2823 & 0,3830 & - & 0,2614 & 0,3105 & 0,1475 \\ 0,2272 & 0,1741 & 0 & 0,0998 & 0,1800 & 0,1876 & 0,1721 & 0,3190 & 0,1816 & 0,1626 & 0,1654 & 0,2168 & 0,1581 & 0,2438 & 0,3139 & 0,3179 & 0,0751 & - & 0,3117 & 0,1568 \\ 0,2374 & 0,1061 & 0,1127 & 0,1319 & 0,0921 & 0,1605 & 0,0216 & 0,2912 & 0,1558 & 0,1660 & 0,2496 & 0,1068 & 0,1517 & 0,1165 & 0,1869 & 0,2470 & 0,1383 & 0,2489 & - & 0,1643 \\ 0,2827 & 0,1516 & 0,0853 & 0,2037 & 0,1191 & 0,2216 & 0,0932 & 0,3531 & 0,2508 & 0,2332 & 0,2356 & 0,1915 & 0,1865 & 0,1963 & 0,3143 & 0,2939 & 0,1211 & 0,2190 & 0,2538 & - \end{bmatrix} \quad (5.1)$$

$B^{(k)}, (k = 0, 1, 2, \dots, 17)$ tercih matrisleri kullanılarak elde edilen genel sezgisel bulanık tercih matrisinin üye olma değerleri 5 deki gibidir. Sezgisel bulanık tercih matrisinden (4.43) ve (4.44) denklemleri kullanılarak elde edilen sezgisel pozitif outranking akış ve sezgisel negatif outranking akış Tablo 5.6’da verilmiştir. Tablo 5.6’daki değerler ve denklem (4.45) kullanılarak net akış puanları elde edilmiş ve Tablo 5.7’de gösterilmiştir.

Tablo 5.6: Akış Puanları

$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_1}) = 0,052524$	$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_1}) = 0,05184$	$\tilde{\varphi}^+(v_{x_1}) = 0$	$\tilde{\varphi}^-(v_{x_1}) = 0$
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_2}) = 0,050975$	$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_2}) = 0,05240$	$\tilde{\varphi}^+(v_{x_2}) = 0$	$\tilde{\varphi}^-(v_{x_2}) = 0$
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_3}) = 0,043712$	$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_3}) = 0,05261$	$\tilde{\varphi}^+(v_{x_3}) = 0$	$\tilde{\varphi}^-(v_{x_3}) = 0$
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_4}) = 0,052140$	$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_4}) = 0,05220$	$\tilde{\varphi}^+(v_{x_4}) = 0$	$\tilde{\varphi}^-(v_{x_4}) = 0$
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_5}) = 0,050848$	$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_5}) = 0,05253$	$\tilde{\varphi}^+(v_{x_5}) = 0$	$\tilde{\varphi}^-(v_{x_5}) = 0$
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_6}) = 0,051684$	$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_6}) = 0,05226$	$\tilde{\varphi}^+(v_{x_6}) = 0$	$\tilde{\varphi}^-(v_{x_6}) = 0$
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_7}) = 0,051068$	$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_7}) = 0,05251$	$\tilde{\varphi}^+(v_{x_7}) = 0$	$\tilde{\varphi}^-(v_{x_7}) = 0$
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_8}) = 0,052618$	$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_8}) = 0,05019$	$\tilde{\varphi}^+(v_{x_8}) = 0$	$\tilde{\varphi}^-(v_{x_8}) = 0$
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_9}) = 0,052138$	$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_9}) = 0,05218$	$\tilde{\varphi}^+(v_{x_9}) = 0$	$\tilde{\varphi}^-(v_{x_9}) = 0$
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_{10}}) = 0,052240$	$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_{10}}) = 0,05214$	$\tilde{\varphi}^+(v_{x_{10}}) = 0$	$\tilde{\varphi}^-(v_{x_{10}}) = 0$
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_{11}}) = 0,052462$	$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_{11}}) = 0,05232$	$\tilde{\varphi}^+(v_{x_{11}}) = 0$	$\tilde{\varphi}^-(v_{x_{11}}) = 0$
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_{12}}) = 0,052034$	$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_{12}}) = 0,05249$	$\tilde{\varphi}^+(v_{x_{12}}) = 0$	$\tilde{\varphi}^-(v_{x_{12}}) = 0$
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_{13}}) = 0,050955$	$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_{13}}) = 0,05252$	$\tilde{\varphi}^+(v_{x_{13}}) = 0$	$\tilde{\varphi}^-(v_{x_{13}}) = 0$
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_{14}}) = 0,052159$	$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_{14}}) = 0,05242$	$\tilde{\varphi}^+(v_{x_{14}}) = 0$	$\tilde{\varphi}^-(v_{x_{14}}) = 0$
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_{15}}) = 0,052577$	$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_{15}}) = 0,05086$	$\tilde{\varphi}^+(v_{x_{15}}) = 0$	$\tilde{\varphi}^-(v_{x_{15}}) = 0$
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_{16}}) = 0,052608$	$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_{16}}) = 0,04944$	$\tilde{\varphi}^+(v_{x_{16}}) = 0$	$\tilde{\varphi}^-(v_{x_{16}}) = 0$
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_{17}}) = 0,051597$	$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_{17}}) = 0,05229$	$\tilde{\varphi}^+(v_{x_{17}}) = 0$	$\tilde{\varphi}^-(v_{x_{17}}) = 0$
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_{18}}) = 0,052363$	$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_{18}}) = 0,05181$	$\tilde{\varphi}^+(v_{x_{18}}) = 0$	$\tilde{\varphi}^-(v_{x_{18}}) = 0$
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_{19}}) = 0,052555$	$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_{19}}) = 0,05081$	$\tilde{\varphi}^+(v_{x_{19}}) = 0$	$\tilde{\varphi}^-(v_{x_{19}}) = 0$
$\tilde{\varphi}^+(\mu_{x_{20}}) = 0,052141$	$\tilde{\varphi}^-(\mu_{x_{20}}) = 0,05209$	$\tilde{\varphi}^+(v_{x_{20}}) = 0$	$\tilde{\varphi}^-(v_{x_{20}}) = 0$

Tablo 5.7: Net Akış Puanları

$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_1)) = 0,922593$	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_1)) = 0,923579$	$\rho(\tilde{\varphi}(x_1)) = -0,000986$
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_2)) = 0,924837$	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_2)) = 0,922773$	$\rho(\tilde{\varphi}(x_2)) = 0,0020635$
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_3)) = 0,935387$	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_3)) = 0,922462$	$\rho(\tilde{\varphi}(x_3)) = 0,0129248$
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_4)) = 0,923150$	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_4)) = 0,923068$	$\rho(\tilde{\varphi}(x_4)) = 0,0000809$
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_5)) = 0,925021$	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_5)) = 0,922589$	$\rho(\tilde{\varphi}(x_5)) = 0,0024315$
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_6)) = 0,923810$	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_6)) = 0,922978$	$\rho(\tilde{\varphi}(x_6)) = 0,0008314$
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_7)) = 0,924702$	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_7)) = 0,922609$	$\rho(\tilde{\varphi}(x_7)) = 0,0020922$
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_8)) = 0,922457$	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_8)) = 0,925972$	$\rho(\tilde{\varphi}(x_8)) = -0,003515$
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_9)) = 0,923153$	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_9)) = 0,923086$	$\rho(\tilde{\varphi}(x_9)) = 0,0000663$
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_{10})) = 0,923004$	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_{10})) = 0,923155$	$\rho(\tilde{\varphi}(x_{10})) = -0,00015$
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_{11})) = 0,922683$	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_{11})) = 0,922892$	$\rho(\tilde{\varphi}(x_{11})) = -0,00021$
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_{12})) = 0,923302$	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_{12})) = 0,922646$	$\rho(\tilde{\varphi}(x_{12})) = 0,00066$
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_{13})) = 0,924865$	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_{13})) = 0,922596$	$\rho(\tilde{\varphi}(x_{13})) = 0,00227$
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_{14})) = 0,923121$	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_{14})) = 0,922742$	$\rho(\tilde{\varphi}(x_{14})) = 0,00038$
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_{15})) = 0,922517$	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_{15})) = 0,925005$	$\rho(\tilde{\varphi}(x_{15})) = -0,00249$
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_{16})) = 0,922471$	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_{16})) = 0,927065$	$\rho(\tilde{\varphi}(x_{16})) = -0,00459$
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_{17})) = 0,923935$	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_{17})) = 0,922936$	$\rho(\tilde{\varphi}(x_{17})) = 0,00100$
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_{18})) = 0,922826$	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_{18})) = 0,923631$	$\rho(\tilde{\varphi}(x_{18})) = -0,00080$
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_{19})) = 0,922548$	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_{19})) = 0,925080$	$\rho(\tilde{\varphi}(x_{19})) = -0,00253$
$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_{20})) = 0,923148$	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_{20})) = 0,923220$	$\rho(\tilde{\varphi}(x_{20})) = -0,00007$

Elde edilen akış puanlarına göre alternatiflerin sıralamaları aşağıda verilmiştir.

Pozitif akış sıralaması:

$$x_3, x_5, x_{13}, x_2, x_7, x_{17}, x_6, x_{12}, x_9, x_4, x_{20}, x_{14}, x_{10}, x_{18}, x_{11}, x_1, x_{19}, x_{15}, x_{16}, x_8 \quad (5.2)$$

Negatif akış sıralaması:

$$x_{16}, x_8, x_{19}, x_{15}, x_{18}, x_1, x_{20}, x_{10}, x_9, x_4, x_6, x_{17}, x_{11}, x_2, x_{14}, x_{12}, x_7, x_{13}, x_5, x_3 \quad (5.3)$$

Net akış sıralaması:

$$x_{16}, x_8, x_{19}, x_{15}, x_1, x_{18}, x_{11}, x_{10}, x_{20}, x_9, x_4, x_{14}, x_{12}, x_6, x_{17}, x_2, x_7, x_{13}, x_5, x_3 \quad (5.4)$$

Tablo 5.8: Klasik Değerlendirmede Adayların Alacakları Puanlar

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{15}	x_{16}	x_{17}	x_{18}	x_{19}	x_{20}
58,2	71,15	51	66,05	66,1	54,05	66,4	82,45	76,2	60,35	74,4	61,55	60,95	57,95	79,5	76,85	65,15	76,65	74,25	70,3

Pozitif akış ve negatif akış incelendiğinde adayların sıralarında tutarsızlık gözlenmiştir. Bu nedenle adayların sıralamalarında esas olarak net akış sıralama- sınn baz alınması gerekmektedir. Sezgisel Bulanık PROMETHEE yöntemi adayların sadece pozitif ayrışmalarını (yöndeki farklılıklarını) değil negatif ayrışmalarını (yöndeki farklılıklarını) da baz aldığı için klasik puanlamadan net bir şekilde ayrılmaktadır. Ayrıca adayların aldıkları puanlar incelendiğinde bazı adayların bazı kriterlerden çok yüksek puan almasına rağmen bazı kriterlerden çok düşük puan almışlardır. Sezgisel Bulanık PROMETHEE yöntemi adayların kriterlerden aldıkları puanları direkt toplamadığı için bir aday belli bir kriterden ne kadar yüksek puan alırsa alsın diğer kriterlerden düşük puan aldığı takdirde diğer adayların önüne geçemeyecektir. Yani Sezgisel Bulanık PROMETHEE yöntemi ile adaylar hem olumlu yönleri hem de olumsuz yönleri ayrı ayrı değerlendirilip net bir sonuca varmaktadır.

Adayların aldıkları gene puanlar Tablo (5.5) gibi olup mevcut sistemdekine benze bir puanlama sistemine göre değerlendirilirse Tablo (5.8) şeklinde değerlendirme puanı almış olurlardı. Adayların bu değerlendirmeye göre en yüksek puan alandan en az puan alana doğru sıralamaları yapılırsa eğer;

$$x_8, x_{15}, x_{16}, x_{18}, x_9, x_{11}, x_{19}, x_2, x_{20}, x_7, x_5, x_4, x_{17}, x_{12}, x_{13}, x_{10}, x_1, x_{14}, x_6, x_3$$

elde edilir. İki değerlendirmenin de ilk dördü Tablo (5.9) gösterilmiştir. Tablo incelendiğinde Aday 8'in hem mülakat hem de KPSS sınavından en yüksek puan alan aday olduğu gözükmektedir. Bu nedenle klasik değerlendirme yönteminde Aday 8 birinci olmuştur. Fakat bizim yöntemimizde KPSS puanının ağırlığı diğer kriterlerin ağırlıklarına yakın olması Aday 16'nın Aday 8'e puan olarak yaklaşmasını sağlayan en büyük sebeplerdendir. Ayrıca Aday 16, Aday 8'i 7 kriterde geçmiş, 7 kriterde gerisinde kalmış ve 1 kriterde aynı puanı almışlardır. Fakat Aday 16'nın aldığı puanlar kriter bazında tek tek değerlendirildiğinde, Aday 8'in diğer adayları geçtiği kriter sayısından daha fazladır. Bu nedenle Sezgisel Bulanık PROMETHEE yöntemine göre Aday 16'nın seçilmesi daha doğrudur.

1. değerlendirme ile 2. değerlendirme arasındaki farklar Aynı aday kümesinde yapılan 1. değerlendirme ve 2. değerlendirmede adayların aldıkları puanlar arasında çok az fark oluşmuştur

Tablo 5.9: Değerlendirmelerde İlk Dörde Giren Adaylar ve Puanları

Kriterler	Aday 8	Aday 15	Aday 16	Aday 18	Aday 19
K1	0,8	0,15	0,5	0,8	0,3
K2	1	0,5	0,15	0,5	0,3
K3	0,3	0,8	0,5	0,65	0,8
K4	1	0,5	0,5	0	1
K5	0,5	0,65	0,8	0,8	0
K6	1	0,8	0,65	0,15	0,65
K7	0,65	0,8	1	0,5	0,3
K8	0,65	0,8	0,3	0	0,5
K9	0,8	0,65	0	0,8	0,8
K10	1	1	0,5	0,3	1
K11	0,65	0	1	1	0,3
K12	0,5	0,8	1	0	0,8
K13	0,15	0,65	1	0,3	1
K14	0,5	0,5	1	0,65	0
K15	1	0	1	1	1
K16	65	78	98	100	85
K17	94	92	77	85	80
Sözel Puan Toplamı	9,5	8,6	8,9	6,45	7,75

fakat bu fark 1. ile 2. nin yer değiştirmesine yetmiştir. 1. ve 2. değerlendirmede kullanılan kriter üye olma ve olmama değerleri birbirine yakın olduğundan adayların sıralamalarında ki kayma az olmuştur.

3. değerlendirme ile 4. değerlendirme arasındaki farklar Aynı aday kümesi üzerinde yapılan 3. değerlendirme ki kriter üye olma değeri ile 4. değerlendirmedeki kriter ağırlıkları aynı olmasına rağmen değerlendirme sonuçları birbirinde çok farklı çıkmıştır. Bunun en büyük sebeplerinden birisi 3. değerlendirmede karar verme yöntemi olarak sezgisel bulanık PROMETHEE yönteminin kullanılmasıdır. Ayrıca sezgisel bulanık PROMETHEE yöntemi kriterlerin üye olmama değerlerini de değerlendirmeye kattığından adayların sıralamasında değişimler olmaktadır. Tablo (5.11) incelendiğinde bazı adayların sıralamalarında çok fazla değişim olduğu görölmektedir. Örneğin Aday 1 3. değerlendirmede 8. iken 4. değerlendirmede 17. olmuştur. Aday 8 3. değerlendirmede 5. iken 4. değerlendirmede 1. olmuştur. Bazı adayların sıralamalarında ise değişim olmamıştır bu adaylar Aday 3, Aday 6, Aday 7, Aday 10 ve Aday 12'dir.

Alternatif	İkinci Değerlendirme			Üçüncü Değerlendirme		
	$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_i))$	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_i))$	$\rho(\tilde{\varphi}(x_i))$	$\rho(\tilde{\varphi}^+(x_i))$	$\rho(\tilde{\varphi}^-(x_i))$	$\rho(\tilde{\varphi}(x_i))$
x_1	0,92270	0,92358	-0,00088	0,92368	0,92739	-0,00371
x_2	0,92593	0,92276	0,00317	0,92849	0,92503	0,00345
x_3	0,93769	0,92247	0,01522	0,95696	0,92276	0,03420
x_4	0,92336	0,92306	0,00029	0,92529	0,92865	-0,00336
x_5	0,92524	0,92266	0,00258	0,93125	0,92469	0,00656
x_6	0,92391	0,92299	0,00092	0,94133	0,92288	0,01845
x_7	0,92510	0,92265	0,00245	0,92559	0,92774	-0,00215
x_8	0,92246	0,92749	-0,00503	0,92316	0,93235	-0,00919
x_9	0,92314	0,92330	-0,00015	0,92482	0,92653	-0,00171
x_{10}	0,92302	0,92344	-0,00041	0,93506	0,92363	0,01143
x_{11}	0,92295	0,92281	0,00015	0,92354	0,93172	-0,00817
x_{12}	0,92311	0,92277	0,00034	0,92972	0,92435	0,00536
x_{13}	0,92507	0,92264	0,00243	0,93824	0,92325	0,01498
x_{14}	0,92368	0,92274	0,00094	0,93577	0,92327	0,01250
x_{15}	0,92253	0,92563	-0,00310	0,92312	0,93720	-0,01408
x_{16}	0,92250	0,92708	-0,00458	0,92303	0,94048	-0,01746
x_{17}	0,92415	0,92310	0,00105	0,92949	0,92611	0,00339
x_{18}	0,92284	0,92415	-0,00131	0,92321	0,93920	-0,01599
x_{19}	0,92253	0,92617	-0,00365	0,92370	0,93600	-0,01230
x_{20}	0,92327	0,92338	-0,00011	0,92572	0,92973	-0,00402

Tablo 5.10: Kriter Ağırlıklarının Değiştirilmesi İle Oluşan Yeni Sonuçlar

Tablo 5.11: Farklı Değerlendirmelerde Elde Edilen Sıralamalar

	Birinci Değerlendirme	İkinci Değerlendirme	Üçüncü Değerlendirme	Dördüncü Değerlendirme
1.	x_{16}	x_8	x_{16}	x_8
2.	x_8	x_{16}	x_{18}	x_{15}
3.	x_{19}	x_{19}	x_{15}	x_{16}
4.	x_{15}	x_{15}	x_{19}	x_{18}
5.	x_1	x_{18}	x_8	x_9
6.	x_{18}	x_1	x_{11}	x_{11}
7.	x_{11}	x_{10}	x_{20}	x_{19}
8.	x_{10}	x_9	x_1	x_2
9.	x_{20}	x_{20}	x_4	x_{20}
10.	x_9	x_{11}	x_7	x_7
11.	x_4	x_4	x_9	x_5
12.	x_{14}	x_{12}	x_{17}	x_4
13.	x_{12}	x_6	x_2	x_{17}
14.	x_6	x_{14}	x_{12}	x_{12}
15.	x_{17}	x_{17}	x_5	x_{13}
16.	x_2	x_{13}	x_{10}	x_{10}
17.	x_7	x_7	x_{14}	x_1
18.	x_{13}	x_5	x_{13}	x_{14}
19.	x_5	x_2	x_6	x_6
20.	x_3	x_3	x_3	x_3

6 SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu tezde hedefimiz personel seçiminde, sezgisel bulanık PROMETHEE yönteminin adayları birbirlerine karşı üstünlüklerini tek tek değerlendiren ve kriterlerin önem, önemsizlik ve tereddüt derecelerini de değerlendiren bir sıralama ve seçme yöntemi olarak kullanılabileceğini göstermektir. Ayrıca temsili oluşturduğumuz bir askeri personel aday havuzunun üzerinde sezgisel bulanık PROMETHEE klasik bir değerlendirmeden daha etkili olduğunu göstermek ve sıralama yöntemi geliştirmektir. Oluşturduğumuz sezgisel bulanık tabanlı PROMETHEE yöntemine göre adaylar daha fazla kriter ile değerlendirilmektedir ayrıca karar vericiler bu kriterlere ait bulanık değerleri uygulama öncesi ya da sonrası değiştirebilmektedir. Genel olarak PROMETHEE yöntemlerinin özelliklerinden biri olan her kriter için ayrı bir kriter fonksiyonu seçebilme durumu ise değerlendirmelerin daha ayrıntılı ve daha tutarlı olarak yapılabilmesini sağlamaktadır. Çalışmamızda kullandığımız kriterler ve kriterlere ait sezgisel bulanık değerler uzmanlar tarafından değerlendirilmiş olup klasik değerlendirmede ki en büyük eksiklik olan nitelikli personelin seçilememesi sorunu çözmek için geliştirilmiştir.

Seçilen kriterler ve kriterlerin açıklamalarından da görüldüğü gibi askeri personellerin verimliliği bir çok kritere bağlıdır ve bu kriterlerin ağırlıkları ve personel seçimi için kullanılacak yöntem ise sonuçları çok fazla etkilemektedir. Birinci ve ikinci değerlendirmeden de görüldüğü gibi sadece kriter üye olmalarında ki küçük değişimler bile adayların sıralamasını değiştirebilmektedir. Üçüncü ve dördüncü değerlendirme ise bize aday havuzu, kriterler ve kriterlerin ağırlıkları aynı olsa bile yöntem değişikliğinin sıralama sonuçlarını çok farklı hale getirebileceğini göstermektedir.

Sezgisel bulanık PROMETHEE yönteminde kriterler ve ağırlıkları önceden belirlendiği için ve adaylar birbirine göre değerlendirildiği için, sezgisel bulanık PROMETHEE yöntemiyle yapılacak bir mülakat sınavı hem tarafsız hem de daha etkili bir değerlendirmeye sahip olacağı açıktır. Klasik değerlendirme ile yapılan bir mülakatta bir adayın bir kaç kriterde çok iyi olması karar vericileri yanıltarak yanlış bir puanlamasına sebep olabilir. Fakat sezgisel bulanık PROMETHEE yönteminde adaylar birbirine göre değerlendirilmekte ve kriterlerin ağırlıkları önceden belli olmaktadır.

Yaptığımız örnek çalışmada kullanılan kriterler genel personel seçimi için geliştirilmiş olup askeri personellerin tamamının iş gereklerine karşılamamaktadır. Örneğin araç tamiri ve bakımıyla uğraşacak personelin seçiminde kullanılacak kriterler ile sahada çalışacak muhabere sınıfındaki

bir personelin kriterleri arasında farklılıklar bulunacaktır. Bu nedenle oluşturduğumuz yöntemdeki kriterlerim her askeri sınıf için tekrar olarak gözden geçirilmesinde ve gerekli olan kriterlerin sabit tutulup etkisiz olduğu düşünülen kriterlerin karar verici ya da vericiler tarafından çıkartılması daha doğru sonuçlar verecektir.

Oluşturduğumuz örnek değerlendirme sistemi ve mevcut sistem sadece personelin seçimiyle ilgilenmektedir. Fakat kurumlarda ki personeller kurum içinde gerektiğinde yükselmekte veya kurum içinde yer değiştirmektedir. Yapılacak daha kapsamlı bir çalışmada seçilecek personelin gelecekteki yükselme potansiyelinin olup olmadığı yada gerekli durumlarda kurum içinde farklı pozisyonlarda görevlendirilip görevlendirilemeyeceğini de değerlendirecek kriterlerin eklenmesi çalışmayı daha kapsamlı ve geleceğe yönelik bir çalışma yapacaktır.

KAYNAKÇA

- Afshari, R., Nikolic, M., & Cockalo, D. (2014). Applications of fuzzy decision making for personnel selection problem: A review. *JEMC*, 4(2), 68–77. <https://doi.org/10.5937/jemc1402068A>
- Akram, M., Shahzad, S., Butt, A., & Khaliq, A. (2013). Intuitionistic Fuzzy Logic Control for Heater Fans. *Math.Comput.Sci.*, 7(3), 367–378. <https://doi.org/10.1007/s11786-013-0161-x>
- Anand, M. C., & Bharatraj, J. (2017). Theory of triangular fuzzy number.
- Ariely, D., & Zakay, D. (2001). A timely account of the role of duration in decision making. *Acta Psychologica*, 108(2), 187–207. [https://doi.org/10.1016/S0001-6918\(01\)00034-8](https://doi.org/10.1016/S0001-6918(01)00034-8)
- Askari, S. M. S., & Hussain, M. A. (2020). IFDTC4.5: Intuitionistic fuzzy logic based decision tree for E-transactional fraud detection. *Journal of Information Security and Applications*, 52, 102469. <https://doi.org/10.1016/j.jisa.2020.102469>
- Atanassov, K., & Gargov, G. (1998). Elements of Intuitionistic fuzzy logic. Part I. *Fuzzy Sets and Systems*, 95(1), 39–52. [https://doi.org/10.1016/S0165-0114\(96\)00326-0](https://doi.org/10.1016/S0165-0114(96)00326-0)
- Atanassov, K. T. (1983). Atanassov K. T. Intuitionistic Fuzzy Sets, VII ITKR Session, Sofia, 20-23 June 1983 (Deposed in Centr. Sci.-Techn. Library of the Bulg. Acad. of Sci., 1697/84) (in Bulgarian). Reprinted: *Int. J. Bioautomation*, 2016, 20(S1), S1–S6. *S1–S6*.
- Brans, J. P., & Vincke, Ph. (1985). Note—A Preference Ranking Organisation Method: (The PROMETHEE Method for Multiple Criteria Decision-Making). *Management Science*, 31(6), 647–656. <https://doi.org/10.1287/mnsc.31.6.647>
- Chen, S.-M., & Tan, J.-M. (1994). Handling multicriteria fuzzy decision-making problems based on vague set theory. *Fuzzy Sets and Systems*, 67(2), 163–172. [https://doi.org/10.1016/0165-0114\(94\)90084-1](https://doi.org/10.1016/0165-0114(94)90084-1)
- Chien, C.-F., & Chen, L.-F. (2008). Data mining to Improve personnel selection and enhance human capital: A case study in high-technology Industry. *Expert Systems with Applications*, 34(1), 280–290. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2006.09.003>
- Çuvalcıoğlu, G., Tarsuslu(Yilmaz), S., Bal, A., & Artun, G. (2018). Intuitionistic fuzzy modal operators İntelligent system for pesticide and fertilization. *ANNALS OF FUZZY MATHEMATICS AND INFORMATICS*, 16(1), 117–132. <https://doi.org/10.30948/AFMI.2018.16.1.117>

- Dalbudak, E., & Rençber, Ö. F. (2022). ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ ÜZERİNE LİTERATÜR İNCELEMESİ. *Gaziantep Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 4(1), 1–17. <https://doi.org/10.55769/gauniibf.1068692>
- De, S. K., Biswas, R., & Roy, A. R. (2000). Some operations on İntuitionistic fuzzy sets. *Fuzzy Sets and Systems*, 114(3), 477–484. [https://doi.org/10.1016/S0165-0114\(98\)00191-2](https://doi.org/10.1016/S0165-0114(98)00191-2)
- Dubois, D. J. (1980, December 1). *Fuzzy Sets and Systems: Theory and Applications*. Academic Press.
- Geoffrion, A. M., Dyer, J. S., & Feinberg, A. (1972). An Interactive Approach for Multi-Criterion Optimization, with an Application to the Operation of an Academic Department. *Management Science*, 19, 357–368. <https://doi.org/10.1287/mnsc.19.4.357>
- Hajiagha, S. H. R., Akrami, H., Zavadskas, E. K., & Hashemi, S. S. (2013). AN INTUITIONISTIC FUZZY DATA ENVELOPMENT ANALYSIS FOR EFFICIENCY EVALUATION UNDER UNCERTAINTY: CASE OF A FINANCE AND CREDIT INSTITUTION.
- Harrison, E. (1999). *The managerial decision-making process*. Houghton Mifflin. <https://books.google.com.tr/books?id=fJlrAQAAAMAJ>
- Hong, D. H., & Choi, C.-H. (2000). Multicriteria fuzzy decision-making problems based on vague set theory. *Fuzzy Sets and Systems*, 114(1), 103–113. [https://doi.org/10.1016/S0165-0114\(98\)00271-1](https://doi.org/10.1016/S0165-0114(98)00271-1)
- Hunter, J. E. (1983). *The Economic Benefits of Personnel Selection Using Ability Tests: A State of the Art Review Including a Detailed Analysis of the Dollar Benefit of U.S. Employment Service Placements and a Critique of the Low-Cutoff Method of Test Use: (621512009-001)*. American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/e621512009-001>
- Kaufmann, A., & Gupta, M. M. (1986). *Introduction to fuzzy arithmetic : Theory and applications*.
- Kelemenis, A., & Askounis, D. (2010). A new TOPSIS-based multi-criteria approach to personnel selection. *Expert Systems with Applications*, 37(7), 4999–5008. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.12.013>
- Kepner, C. H., & Tregoe, B. B. (1997). *The new rational manager: An updated edition for a new world*. Princeton Research Press.
- Krishankumar, R., Ravichandran, K. S., & Saeid, A. (2017). A new extension to PROMETHEE under İntuitionistic fuzzy environment for solving supplier selection problem with lin-

- guistic preferences. *Applied Soft Computing*, 60, 564–576. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2017.07.028>
- Lee, K. H. (2005). *First course on fuzzy theory and applications*. Springer.
- Liao, H., & Xu, Z. (2014). Multi-criteria decision making with Intuitionistic fuzzy PROMETHEE. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 27(4), 1703–1717. <https://doi.org/10.3233/IFS-141137>
- Lunenburg, F. C. (2010). The decision making process. *National forum of educational administration & supervision journal*, 27(4).
- Melliani, S., & Chadli, L. S. (2000). Intuitionistic fuzzy differential equation. *Notes on Intuitionistic Fuzzy Sets*, 6(2), 37–41.
- Nehi, H. M., & Maleki, H. R. (2005). Intuitionistic Fuzzy Numbers and It's Applications in Fuzzy Optimization Problem.
- Schmidt, F. L., & Hunter, J. E. (1998). The validity and utility of selection methods in personnel psychology: Practical and theoretical Implications of 85 years of research findings. *Psychological Bulletin*, 124(2), 262–274. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.124.2.262>
- Schoenfeld, A. H. (2011, January). *How we think: A theory of goal-oriented decision making and Its educational applications*. <https://doi.org/10.4324/9780203843000>
- Stone, R. J. (2002). *Human resource management* (4th ed). John Wiley & Sons Australia.
- Stoner, J. A. F., Freeman, R. E., & Gilbert, D. R. (1995). *Management*. Prentice Hall.
- Sudha, T., & Jayalalitha, G. (2020). Fuzzy triangular numbers in - Sierpinski triangle and right angle triangle. *J. Phys.: Conf. Ser.*, 1597(1), 012022. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1597/1/012022>
- Szmidt, E., & Kacprzyk, J. (2009). Amount of Information and Its Reliability in the Ranking of Atanassov's Intuitionistic Fuzzy Alternatives. In E. Rakus-Andersson, R. R. Yager, N. Ichalkaranje, & L. C. Jain (Eds.). J. Kacprzyk (**typeredactor**), *Recent Advances in Decision Making* (pp. 7–19). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-02187-9_2
- Tarsuslu, S., Tarsuslu, A., & Çitil, M. (2018). Intuitionistic fuzzy action of a group on a set. *NIFS*, 24(2), 18–24. <https://doi.org/10.7546/nifs.2018.24.2.18-24>
- Tugrul, F., & Citil, M. (2021). A NEW PERSPECTIVE ON EVALUATION SYSTEM IN EDUCATION WITH INTUITIONISTIC FUZZY LOGIC AND PROMETHEE ALGORITHM. *Journal of Universal Mathematics*. <https://doi.org/10.33773/jum.796173>

- Xu, Z., & Yager, R. R. (2006). Some geometric aggregation operators based on Intuitionistic fuzzy sets. *International Journal of General Systems*, 35(4), 417–433. <https://doi.org/10.1080/03081070600574353>
- Yelboğa, A. (2008). ÖRGÜTLERDE PERSONEL SEÇİMİ VE PSİKOLOJİK TESTLER. *Sosyal Bilimler Dergisi*.
- Yu, Y. B., Liu, X., Min, H., Sun, H., & Xu, L. (2015). A novel fuzzy-logic based control strategy for a semi-active battery/super-capacitor hybrid energy storage system in vehicular applications (I. Batyrshin, D. S. Pamučar, P. Crippa, & F. Liu, Eds.). *IFS*, 29(6), 2575–2584. <https://doi.org/10.3233/IFS-151960>
- Zadeh, L. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3), 338–353. [https://doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X)
- Zeshui, X. (2007a). Intuitionistic preference relations and their application in group decision making. *Information Sciences*, 177(11), 2363–2379. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2006.12.019>
- Zeshui, X. (2007b). Intuitionistic Fuzzy Aggregation Operators. *IEEE Trans. Fuzzy Syst.*, 15(6), 1179–1187. <https://doi.org/10.1109/TFUZZ.2006.890678>
- Zhang, H. (2014). Linguistic Intuitionistic Fuzzy Sets and Application in MAGDM. *Journal of Applied Mathematics*, 2014, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2014/432092>