

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**BULANIK KÜME UZANTILARI İLE ÇOKLU KRİTER
ALTINDA GRUPLA KARAR VERME**

**Hazırlayan
Münevver GÖRDEBİL**

**Danışman
Doç. Dr. Hülya TORUN**

Yüksek Lisans Tezi

**Ocak 2020
KAYSERİ**

**T.C.
ERCIYES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**BULANIK KÜME UZANTILARI İLE ÇOKLU KRİTER
ALTINDA GRUPLA KARAR VERME
(Yüksek Lisans Tezi)**

**Hazırlayan
Münevver GÖRDEBİL**

**Danışman
Doç. Dr. Hülya TORUN**

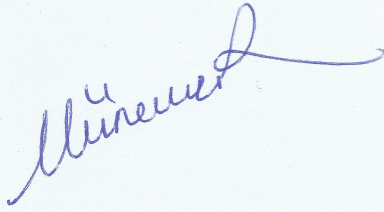
**Ocak 2020
KAYSERİ**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Münevver GÖRDEBİL

İmza



“Bulanık Küme Uzantıları ile Çoklu Kriter Altında Grupla Karar Verme” adlı Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Hazırlayan

Münevver GÖRDEBİL

İmza

Danışman

Doç. Dr. Hülya TORUN

Endüstri Mühendisliği ABD Başkanı V.

Prof. Dr. Lale ÖZBAKIR

İmza

Prof. Dr. Sırdemir Kulluk

Doç. Dr. Hülya TORUN danışmanlığında Münevver GÖRDEBİL tarafından hazırlanan “Bulanık Küme Uzantıları ile Çoklu Kriter Altında Grupla Karar Verme” adlı bu çalışma jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

09 / 01 / 2020

JÜRİ:

Danışman : Doç. Dr. Hülya TORUN

Üye

Prof. Dr. Lale ÖZBAKIR

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Gülcan CANBULUT

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 14/01/2020 tarih ve 2020/0242 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet AKKURT

Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın konusunun belirlenmesinde, çalışmanın hazırlanmasında ve incelenmesinde bana her türlü yardımı ve fedakârlığı sağlayan, bilgi, tecrübe ve önerileriyle katkılarını esirgemeyen değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Hülya Torun’a teşekkürlerimi sunarım.

Kendi çalışmaları için topladıkları verileri benimle paylaşan ve bu tez çalışmasında kullanılmasına müsaade eden Fatma Gül Çelik’e, Aydın Demir’e ve Yunus Emre Sevgin’e teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam süresince bana manevi destekleriyle güç veren aileme ve arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Münevver GÖRDEBİL

Ocak 2020, KAYSERİ

BULANIK KÜME UZANTILARI İLE ÇOKLU KRİTER ALTINDA GRUPLA KARAR VERME

Münevver GÖRDEBİL

Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
Yüksek Lisans Tezi, Ocak 2020
Danışman: Doç. Dr. Hülya TORUN

ÖZET

Karar verme insan hayatının önemli bir parçasıdır. Bu sebeple karar vermede faydalanılan bilgilerin doğru ve eksiksiz olması ve karar vericilerin yargılarını tam olarak yansıtabilmesi gerekmektedir. Kesin yargıların yapılamadığı belirsizlik ve öznellik içeren durumlarda görüşleri karar verme sürecine dahil edebilmek için bulanık küme ve uzantılarından faydalanılabilir. Bu çalışmada; bulanık küme uzantıları ile çoklu kriter altında grupta karar verme problemi incelenmiştir. Bu bulanık küme uzantıları olan sezgisel bulanık küme, nütrosifik küme ve tasviri bulanık küme ile çoklu kriter altında grupta karar verme problemini çözmek için genişletilmiş TOPSIS ve VIKOR yöntemleri önerilmiştir. Çalışmada önerilen yöntemlerin gerçek verilerle uygulaması yapılmıştır. Bulanık küme ve uzantılarında kesikli/sürekli ayrımı dikkate alınmıştır. Uygulamada kullanılan veriler Erciyes Üniversitesi kampüsünde yer alan 9 kafe/ restoran için 7 kriterde yapılan anketten elde edilmiştir. Katılımcılardan haftada kaç gün kafe/ restorana gittiği bilgisi alınarak 3 farklı tipte karar verici profili oluşturulmuştur. Gerçek verilerle yapılan çalışmanın sonucunda elde edilen toplam 16 sıra incelendiğinde alternatiflerin önem sıralamalarında farklılıklar gözlenmiştir. Bulgular karar verme sürecinde kullanılan farklı (kesikli/ sürekli) bulanık küme uzantılarının farklı belirsizlik düzeylerini dikkate almasından dolayı farklı sıralamalara neden olduğunu; kararsız veya fikri/bilgisi olmayanların değerlendirmelerini karar problemlerine dahil edebilmek için bulanık küme uzantılarını kullanmanın gerekliliğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Grupa Çok Kriterli Karar Verme, TOPSIS, VIKOR, Sezgisel Bulanık Küme, Nütrosifik Küme, Tasviri Bulanık Küme.

GROUP DECISION MAKING UNDER MULTIPLE CRITERIA WITH FUZZY SET EXTENSIONS

Münevver GÖRDEBİL

Erciyes University, Graduate School of Natural and Applied Sciences

Master Thesis, January 2020

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Hülya TORUN

ABSTRACT

Decision making is an important part of human life. For this reason, the information used in decision-making should be accurate and complete and should be able to fully reflect the judgments of the decision-makers. In cases of uncertainty and subjectivity where definite judgments cannot be made, fuzzy set and their extensions can be used to include opinions into the decision-making process. In this study; group decision-making problems under multiple criteria with fuzzy set extensions were examined. Extended TOPSIS and VIKOR methods have been proposed to solve the group decision problem under multiple criteria with intuitionistic fuzzy set, neutrosophic set and picture fuzzy set which are fuzzy set extensions. The methods proposed in the study were applied to real data. Discrete/ continuous separation is considered in fuzzy set and extensions. The data used in the application were obtained from the questionnaire made in 7 criteria for 9 cafes/ restaurants at Erciyes University campus. Three different types of decision-making profiles were formed by taking information from the participants about how many times they went to the cafe/ restaurant. As a result of the study conducted with real data, a total of 16 rows were examined and differences were observed in the importance rankings of the alternatives. The findings showed that different (discrete/ continuous) fuzzy set extensions used in the decision-making process lead to different alternate sequences due to take into account different levels of uncertainty; showed that it is necessary to use fuzzy set extensions to include evaluations of indecisive or uninformed individuals into decision problems.

Keywords: Multi-Criteria Decision Making with Group, TOPSIS, VIKOR, Intuitionistic Fuzzy Set, Neutrosophic Set, Picture Fuzzy Set.

İÇİNDEKİLER

BULANIK KÜME UZANTILARI İLE ÇOKLU KRİTER ALTINDA GRUPLA KARAR VERME

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK	ii
YÖNERGEYE UYGUNLUK.....	iii
KABUL VE ONAY	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ÖZET	vi
ABSTRACT.....	vii
İÇİNDEKİLER	viii
KISALTMALAR VE SİMGELER.....	xiv
TABLolar LİSTESİ.....	xviii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xx

GİRİŞ	1
-------------	---

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

1.1. Çok Kriterli Karar Verme	4
1.2. Bulanık Mantık	7
1.2.1. Bulanık Sayılar.....	12
1.2.2. Dilsel Değişkenler ve Dilsel Değerler.....	13
1.2.3. Üyelik Fonksiyonları.....	13
1.2.4. Bulanık Küme Uzantıları	19

2. BÖLÜM

LİTERATÜR ÇALIŞMASI

2.1. Araştırmanın Amacı	32
-------------------------------	----

2.2. Araştırmanın Önemi.....	32
-------------------------------------	-----------

3. BÖLÜM

BULANIK KÜME UZANTILARI TANIMI, BİRLEŞTİRME OPERATÖRLERİ VE MESAFE HESAPLARI

3.1. Bulanık Küme.....	33
3.1.1. Bulanık Kümelerde Birleştirme Operatörleri.....	33
3.1.2. Bulanık Kümelerde Mesafe Hesabı	34
3.1.3. Üçgen Bulanık Sayı	34
3.1.3.1. Üçgen Bulanık Sayılarda Birleştirme Operatörleri.....	35
3.1.3.2. Üçgen Bulanık Sayılarda Mesafe Hesabı.....	36
3.2. Sezgisel Bulanık Küme	37
3.2.1. Sezgisel Bulanık Kümelerde Birleştirme Operatörleri	38
3.2.2. Sezgisel Bulanık Kümelerde Mesafe Hesabı	39
3.2.3. Üçgen Sezgisel Bulanık Sayı	39
3.2.3.1. Üçgen Sezgisel Bulanık Sayılarda Birleştirme Operatörleri.....	41
3.2.3.2. Üçgen Sezgisel Bulanık Sayılarda Mesafe Hesabı	42
3.3. Nötrosofik Küme	43
3.3.1. Nötrosofik Kümelerde Birleştirme Operatörleri	45
3.3.2. Nötrosofik Kümelerde Mesafe Hesabı.....	46
3.3.3. Üçgen Nötrosofik Sayı.....	46
3.3.3.1. Üçgen Nötrosofik Sayılarda Birleştirme Operatörleri	48
3.3.3.2. Üçgen Nötrosofik Sayılarda Mesafe Hesabı	48
3.4. Tasviri Bulanık Küme	49
3.4.1. Tasviri Bulanık Kümelerde Birleştirme Operatörleri	50
3.4.2. Tasviri Bulanık Kümelerde Mesafe Hesabı	51
3.4.3. Üçgen Tasviri Bulanık Sayı	51
3.4.4. Üçgen Tasviri Bulanık Sayılar için Yeni Grafik ve Aritmetik İşlemler Önerisi...52	
3.4.4.1. Üçgen Tasviri Bulanık Sayılarda Birleştirme Operatörleri Önerisi.....	56
3.4.4.2. Üçgen Tasviri Bulanık Sayılarda Mesafe Ölçüsü Önerisi	59

4. BÖLÜM

BULANIK KÜME UZANTILARI İLE ÇOKLU KRİTER ALTINDA GRUPLA KARAR VERME

4.1. Bulanık Küme Uzantıları ile TOPSIS Yöntemi	66
4.1.1. Kesikli Bulanık Sayı Uzantıları ile TOPSIS Yöntemi	66
4.1.2. Üçgen Bulanık Sayı Uzantıları ile TOPSIS Yöntemi	70
4.2. Bulanık Küme Uzantıları ile VIKOR Yöntemi	74
4.2.1. Kesikli Bulanık Sayı Uzantıları ile VIKOR Yöntemi.....	74
4.2.2. Üçgen Bulanık Sayı Uzantıları ile VIKOR Yöntemi	76

5. BÖLÜM

BULANIK KÜME UZANTILARI İLE ÇOKLU KRİTER ALTINDA GRUPLA KARAR VERME UYGULAMASI

5.1. Bulanık Küme Uzantıları ile TOPSIS ve VIKOR Yöntemleri Uygulaması	79
5.1.1. Kesikli Bulanık Sayı Uzantıları ile TOPSIS Yöntemi	82
5.1.2. Kesikli Bulanık Sayı Uzantıları ile VIKOR Yöntemi.....	95
5.2. Üçgen Bulanık Sayı Uzantıları ile TOPSIS ve VIKOR Yöntemleri Uygulaması	103
5.2.1. Üçgen Bulanık Sayı Uzantıları ile TOPSIS Yöntemi	110
5.2.2. Üçgen Bulanık Sayı Uzantıları ile VIKOR Yöntemi	116

6. BÖLÜM

BULGULAR VE TARTIŞMA

6.1. Bulgular.....	123
6.2. Tartışma	125

7. BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

KAYNAKÇA	129
EKLER.....	144
EK 1. D_1'in BK Uzantıları ile Karar Matrisleri.....	144
Ek 1.1. D_1 'in SBS ile oluşturulan karar matrisi $X_S^{(1)}$	144
Ek 1.2. D_1 'in NS ile oluşturulan karar matrisi $X_N^{(1)}$	145
Ek 1.3. D_1 'in TBS ile oluşturulan karar matrisi $X_T^{(1)}$	145
EK 2. D_2'nin BK Uzantıları ile Karar Matrisleri.....	146
Ek 2.1. D_2 'nin SBS ile oluşturulan karar matrisi $X_S^{(2)}$	146

Ek 2.2. D_2 'nin NS ile oluşturulan karar matrisi $X_N^{(2)}$	146
Ek 2.3. D_2 'nin TBS ile oluşturulan karar matrisi $X_T^{(2)}$	147
EK 3. D_3'ün BK Uzantılarıyla Karar Matrisleri	147
Ek 3.1. D_3 'ün SBS ile oluşturulan karar matrisi $X_S^{(3)}$	147
Ek 3.2. D_3 'ün NS ile oluşturulan karar matrisi $X_N^{(3)}$	148
Ek 3.3. D_3 'ün TBS ile oluşturulan karar matrisi $X_T^{(3)}$	148
EK 4. BK Uzantılarıyla Oluşturulan R	149
Ek 4.1. SBS ile oluşturulan R_S	149
Ek 4.2. NS ile oluşturulan R_N	149
Ek 4.3. TBS ile oluşturulan R_T	150
EK 5. BK Uzantılarıyla Oluşturulan H	150
Ek 5.1. SBS ile oluşturulan H_S	150
Ek 5.2. NS ile oluşturulan H_N	151
Ek 5.3. TBS ile oluşturulan H_T	151
EK 6. BK Uzantılarıyla Oluşturulan R'	152
Ek 6.1. SBS ile oluşturulan R'_S	152
Ek 6.2. NS ile oluşturulan R'_N	152
Ek 6.3. TBS ile oluşturulan R'_T	153
EK 7. BK Uzantılarıyla Oluşturulan R''nin $d(A^+, r'_{ij})$ değerleri	153
Ek 7.1. SBS ile oluşturulan R'_S 'nin $d(A^+, r'_{ij})$ değerleri	153
Ek 7.2. NS ile oluşturulan R'_N 'nin $d(A^+, r'_{ij})$ değerleri	154
Ek 7.3. TBS ile oluşturulan R'_T 'nin $d(A^+, r'_{ij})$ değerleri	154
EK 8. BK Uzantılarıyla Oluşturulan R''nin $d(A^-, r'_{ij})$ değerleri	155
Ek 8.1. SBS ile oluşturulan R'_S 'nin $d(A^-, r'_{ij})$ değerleri	155
Ek 8.2. NS ile oluşturulan R'_N 'nin $d(A^-, r'_{ij})$ değerleri	155
Ek 8.3. TBS ile oluşturulan R'_T 'nin $d(A^-, r'_{ij})$ değerleri	156
EK 9. BK Uzantılarıyla Oluşturulan H'nin $d(A^+, h_{ij})$ değerleri	156
Ek 9.1. SBS ile oluşturulan H_S 'nin $d(A^+, h_{ij})$ değerleri	156
Ek 9.2. NS ile oluşturulan H_N 'nin $d(A^+, h_{ij})$ değerleri	157
Ek 9.3. TBS ile oluşturulan H_T 'nin $d(A^+, h_{ij})$ değerleri	157

EK 10. BK Uzantılarıyla Yapılan Uygulamaların $\bar{d}_{ij}$ değerleri	158
Ek 10.1. SBS ile yapılan uygulamaların $\bar{d}_{ij}$ değerleri	158
Ek 10.2. NS ile yapılan uygulamaların $\bar{d}_{ij}$ değerleri	158
Ek 10.3. TBS ile yapılan uygulamaların $\bar{d}_{ij}$ değerleri	159
EK 11. D_1'in ÜBS Uzantılarıyla Karar Matrisleri.....	160
Ek 11.1. D_1 'in ÜSBS ile oluşturulan karar matrisi $X_{\bar{U}S}^{(1)}$	160
Ek 11.2. D_1 'in ÜNS ile oluşturulan karar matrisi $X_{\bar{U}N}^{(1)}$	161
Ek 11.3. D_1 'in ÜTBS ile oluşturulan karar matrisi $X_{\bar{U}T}^{(1)}$	162
EK 12. D_2'nin ÜBS Uzantılarıyla Karar Matrisleri.....	163
Ek 12.1. D_2 'nin ÜSBS ile oluşturulan karar matrisi $X_{\bar{U}S}^{(2)}$	163
Ek 12.2. D_2 'nin ÜNS ile oluşturulan karar matrisi $X_{\bar{U}N}^{(2)}$	164
Ek 12.3. D_2 'nin ÜTBS ile oluşturulan karar matrisi $X_{\bar{U}T}^{(2)}$	165
EK 13. D_3'ün ÜBS Uzantılarıyla Karar Matrisleri.....	166
Ek 13.1. D_3 'ün ÜSBS ile oluşturulan karar matrisi $X_{\bar{U}S}^{(3)}$	166
Ek 13.2. D_3 'ün ÜNS ile oluşturulan karar matrisi $X_{\bar{U}N}^{(3)}$	167
Ek 13.3. D_3 'ün ÜTBS ile oluşturulan karar matrisi $X_{\bar{U}T}^{(3)}$	168
EK 14. ÜBS Uzantılarıyla Oluşturulan R	169
Ek 14.1. ÜSBS ile oluşturulan $R_{\bar{U}S}$	169
Ek 14.2. ÜNS ile oluşturulan $R_{\bar{U}N}$	170
Ek 14.3. ÜTBS ile oluşturulan $R_{\bar{U}T}$	171
EK 15. ÜBS Uzantılarıyla Oluşturulan H.....	172
Ek 15.1. ÜSBS ile oluşturulan $H_{\bar{U}S}$	172
Ek 15.2. ÜNS ile oluşturulan $H_{\bar{U}N}$	173
Ek 15.3. ÜTBS ile oluşturulan $H_{\bar{U}T}$	174
EK 16. ÜBS Uzantılarıyla Oluşturulan R'	175
Ek 16.1. ÜSBS ile oluşturulan $R'_{\bar{U}S}$	175
Ek 16.2. ÜNS ile oluşturulan $R'_{\bar{U}N}$	176
Ek 16.3. ÜTBS ile oluşturulan $R'_{\bar{U}T}$	177
EK 17. ÜBS Uzantılarıyla Oluşturulan R''nin $d(A^+, r'_{ij})$ değerleri.....	178
Ek 17.1. ÜSBS ile oluşturulan $R'_{\bar{U}S}$ 'nin $d(A^+, r'_{ij})$ değerleri	178

Ek 17.2. ÜNS ile oluşturulan $R'_{\dot{U}N}$ 'nin $d(A^+, r'_{ij})$ değerleri.....	178
Ek 17.3. ÜTBBS ile oluşturulan $R'_{\dot{U}T}$ 'nin $d(A^+, r'_{ij})$ değerleri.....	179
EK 18. ÜBS Uzantılarıyla Oluşturulan R''nin $d(A^-, r'_{ij})$ değerleri.....	179
Ek 18.1. ÜSBS ile oluşturulan $R'_{\dot{U}S}$ 'nin $d(A^-, r'_{ij})$ değerleri	179
Ek 18.2. ÜNS ile oluşturulan $R'_{\dot{U}N}$ 'nin $d(A^-, r'_{ij})$ değerleri.....	180
Ek 18.3. ÜTBBS ile oluşturulan $R'_{\dot{U}T}$ 'nin $d(A^-, r'_{ij})$ değerleri.....	180
EK 19. ÜBS Uzantılarıyla Oluşturulan H'nin $d(A^+, h_{ij})$ değerleri	181
Ek 19.1. ÜSBS ile oluşturulan $H_{\dot{U}S}$ 'nin $d(A^+, h_{ij})$ değerleri	181
Ek 19.2. ÜNS ile oluşturulan $H_{\dot{U}N}$ 'nin $d(A^+, h_{ij})$ değerleri	181
Ek 19.3. ÜTBBS ile oluşturulan $H_{\dot{U}T}$ 'nin $d(A^+, h_{ij})$ değerleri.....	182
EK 20. ÜBS Uzantılarıyla Yapılan Uygulamaların $\bar{d}_{ij}$ değerleri	182
Ek 20.1. ÜSBS ile yapılan uygulamaların $\bar{d}_{ij}$ değerleri.....	182
Ek 20.2. ÜNS ile yapılan uygulamaların $\bar{d}_{ij}$ değerleri.....	183
Ek 20.3. ÜTBBS ile yapılan uygulamaların $\bar{d}_{ij}$ değerleri	183
ÖZGEÇMİŞ.....	184

KISALTMALAR VE SİMGELER

Kısaltma/ Sembol	Açıklaması
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
AHP	Analytic Hierarchy Process
ANP	Analytic Network Process
ELECTRE	Elimination et Choix Traduisant la Réalité (Elimination and Choice Translating Reality)
PROMETHEE	Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation
TOPSIS	Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
VIKOR	Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (Multicriteria Optimization and Compromise Solution)
DEMATEL	The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory
SAW	Simple Additive Weighting
MACBETH	Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique
BK	Bulanık Küme (Fuzzy Set)
SBK	Sezgisel Bulanık Küme (Intuitionistic Fuzzy Set)
NK	Nötrosofik Küme (Neutrosophic Set)
TBK	Tasviri Bulanık Küme (Picture Fuzzy Set)
BS	Bulanık Sayı (Fuzzy Number)
SBS	Sezgisel Bulanık Sayı (Intuitionistic Fuzzy Number)
NS	Nötrosofik Sayı (Neutrosophic Number)
TBS	Tasviri Bulanık Sayı (Picture Fuzzy Number)
ÜBS	Üçgen Bulanık Sayı (Triangular Fuzzy Number)
ÜSBS	Üçgen Sezgisel Bulanık Sayı (Triangular Intuitionistic Fuzzy Number)
ÜNS	Üçgen Nötrosofik Sayı (Triangular Neutrosophic Number)
ÜTBS	Üçgen Tasviri Bulanık Sayı (Triangular Picture Fuzzy Number)
BABO	Bulanık Ağırlıklı Birleştirme Operatörü

FWAO	(Fuzzy Weighted Aggregation Operator)
BAGBO	Bulanık Ağırlıklı Geometrik Birleştirme Operatörü
FWGAO	(Fuzzy Weighted Geometric Aggregation Operator)
ÜBABO	Üçgen Bulanık Ağırlıklı Birleştirme Operatörü
TFWAO	(Triangular Fuzzy Weighted Aggregation Operator)
GÜBABO	Genelleştirilmiş Üçgen Bulanık Ağırlıklı Birleştirme Operatörü
GTFWAO	(Generalized Triangular Fuzzy Weighted Aggregation Operator)
ÜBAKO	Üçgen Bulanık Ağırlıklı Kuadratik Operatör
TFWQO	(Triangular Fuzzy Weighted Quadratic Operator)
ÜBAGBO	Üçgen Bulanık Ağırlıklı Geometrik Birleştirme Operatörü
TFWGAO	(Triangular Fuzzy Weighted Geometric Aggregation Operator)
SBABO	Sezgisel Bulanık Ağırlıklı Birleştirme Operatörü
IFWAO	(Intuitionistic Fuzzy Weighted Aggregation Operator)
SBAGBO	Sezgisel Bulanık Ağırlıklı Geometrik Birleştirme Operatörü
IFWGAO	(Intuitionistic Fuzzy Weighted Geometric Aggregation Operator)
ÜSBABO	Üçgen Sezgisel Bulanık Ağırlıklı Birleştirme Operatörü
TIFWAO	(Triangular Intuitionistic Fuzzy Weighted Aggregation Operator)
ÜSBAGBO	Üçgen Sezgisel Bulanık Ağırlıklı Geometrik Birleştirme Operatörü
TIFWGAO	(Triangular Intuitionistic Fuzzy Weighted Geometric Aggregation Operator)
SNABO	Sadeleştirilmiş Nötrosofik Ağırlıklı Birleştirme Operatörü
SNWAO	(Simplified Neutrosophic Weighted Aggregation Operator)
SNAGBO	Sadeleştirilmiş Nötrosofik Ağırlıklı Geometrik Birleştirme Operatörü
SNWGAO	(Simplified Neutrosophic Weighted Geometric Aggregation Operator)
ÜNABO	Üçgen Nötrosofik Ağırlıklı Birleştirme Operatörü
TNWAO	(Triangular Neutrosophic Weighted Aggregation Operator)
ÜNAGBO	Üçgen Nötrosofik Ağırlıklı Geometrik Birleştirme Operatörü
TNWGAO	(Triangular Neutrosophic Weighted Geometric Aggregation Operator)
TBABO	Tasviri Bulanık Ağırlıklı Birleştirme Operatörü
PFWAO	(Picture Fuzzy Weighted Aggregation Operator)

TBAGBO	Tasviri Bulanık Ağırlıklı Geometrik Birleştirme Operatörü
PFWGAO	(Picture Fuzzy Weighted Geometric Aggregation Operator)
ÜTBABO	Üçgen Tasviri Bulanık Ağırlıklı Birleştirme Operatörü
TPFWAO	(Triangular Picture Fuzzy Weighted Aggregation Operator)
ÜTBAGBO	Üçgen Tasviri Bulanık Ağırlıklı Geometrik Birleştirme Operatörü
TPFWGAO	(Triangular Picture Fuzzy Weighted Geometric Aggregation Operator)
D_k	k. karar verici
$X^{(k)}$	k. karar vericinin karar matrisi
R	Birleştirilmiş karar matrisi
H	Normalize karar matrisi
R'	Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi
A^+	Pozitif ideal çözüm, en iyi değer
A^-	Negatif ideal çözüm, en kötü değer
$d(A^+, r'_{ij})$	R' matrisindeki i. alternatif j. kriterin pozitif ideal çözüme uzaklığı
$d(A^-, r'_{ij})$	R' matrisindeki i. alternatif j. kriterin negatif ideal çözüme uzaklığı
D_i^+	i. alternatif ile pozitif ideal çözüm arasındaki uzaklık
D_i^-	i. alternatif ile negatif ideal çözüm arasındaki uzaklık
C_i^*	i. alternatifin yakınlık katsayısı
$d(A^+, h_{ij})$	H matrisindeki i. alternatif j. kriterin en iyi değere uzaklığı
$\bar{d}_{ij}$	i. alternatif j. kriterin en iyi değere göreceli uzaklığı
S_i	i. alternatifin grup fayda değeri
R_i	i. alternatifin bireysel pişmanlık değeri
Q_i	i. alternatifin yakınlık değeri
$X_B^{(k)}$	Elemanları BS olan k. karar vericinin karar matrisi
R_B	Elemanları BS olan birleştirilmiş karar matrisi
H_B	Elemanları BS olan normalize karar matrisi
R'_B	Elemanları BS olan ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi
$X_S^{(k)}$	Elemanları SBS olan k. karar vericinin karar matrisi
R_S	Elemanları SBS olan birleştirilmiş karar matrisi
H_S	Elemanları SBS olan normalize karar matrisi

R'_S	Elemanları SBS olan ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi
$X_N^{(k)}$	Elemanları NS olan k. karar vericinin karar matrisi
R_N	Elemanları NS olan birleştirilmiş karar matrisi
H_N	Elemanları NS olan normalize karar matrisi
R'_N	Elemanları NS olan ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi
$X_T^{(k)}$	Elemanları TBS olan k. karar vericinin karar matrisi
R_T	Elemanları TBS olan birleştirilmiş karar matrisi
H_T	Elemanları TBS olan normalize karar matrisi
R'_T	Elemanları TBS olan ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi
$X_{\ddot{U}B}^{(k)}$	Elemanları ÜBS olan k. karar vericinin karar matrisi
$R_{\ddot{U}B}$	Elemanları ÜBS olan birleştirilmiş karar matrisi
$H_{\ddot{U}B}$	Elemanları ÜBS olan normalize karar matrisi
$R'_{\ddot{U}B}$	Elemanları ÜBS olan ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi
$X_{\ddot{U}S}^{(k)}$	Elemanları ÜSBS olan k. karar vericinin karar matrisi
$R_{\ddot{U}S}$	Elemanları ÜSBS olan birleştirilmiş karar matrisi
$H_{\ddot{U}S}$	Elemanları ÜSBS olan normalize karar matrisi
$R'_{\ddot{U}S}$	Elemanları ÜSBS olan ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi
$X_{\ddot{U}N}^{(k)}$	Elemanları ÜNS olan k. karar vericinin karar matrisi
$R_{\ddot{U}N}$	Elemanları ÜNS olan birleştirilmiş karar matrisi
$H_{\ddot{U}N}$	Elemanları ÜNS olan normalize karar matrisi
$R'_{\ddot{U}N}$	Elemanları ÜNS olan ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi
$X_{\ddot{U}T}^{(k)}$	Elemanları ÜTBS olan k. karar vericinin karar matrisi
$R_{\ddot{U}T}$	Elemanları ÜTBS olan birleştirilmiş karar matrisi
$H_{\ddot{U}T}$	Elemanları ÜTBS olan normalize karar matrisi
$R'_{\ddot{U}T}$	Elemanları ÜTBS olan ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.1. Çok kriterli karar verme yöntemleri	5
Tablo 1.2. Bulanık küme uzantıları.....	19
Tablo 2.1. BK ve uzantıları ile kullanılan TOPSIS ve VIKOR çalışmaları.....	30
Tablo 5.1. Kafe/restorana gitme sıklığını öğrenmek için kullanılan cevap şablonu.....	78
Tablo 5.2. “Lezzet” kriteri için katılımcılara sunulan cevap şablonu	79
Tablo 5.3. D_3 profilindeki bir katılımcının değerlendirmeleri	83
Tablo 5.4. D_3 profilindeki bir katılımcının ilk sıradaki değerlendirmeleri	83
Tablo 5.5. “Bodrum Kafe”nin D_3 profilindekiler tarafından yapılan değerlendirmeleri	84
Tablo 5.6. D_1 için karar matrisi $X_B^{(1)}$	87
Tablo 5.7. D_2 için karar matrisi $X_B^{(2)}$	87
Tablo 5.8. D_3 için karar matrisi $X_B^{(3)}$	88
Tablo 5.9. Birleştirilmiş karar matrisi R_B	88
Tablo 5.10. Normalize karar matrisi H_B	90
Tablo 5.11. Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi R'_B	90
Tablo 5.12. R'_B ’nin pozitif ideal çözüme olan uzaklıkları.....	92
Tablo 5.13. R'_B ’nin negatif ideal çözüme olan uzaklıkları	92
Tablo 5.14. BS ve uzantıları ile yapılan uygulamaların D_i^+ değerleri	93
Tablo 5.15. BS ve uzantıları ile yapılan uygulamaların D_i^- değerleri	93
Tablo 5.16. BS ve uzantıları ile yapılan uygulamaların C_i^* değerleri ve sıraları	94
Tablo 5.17. BS ve uzantıları ile TOPSIS yöntemi uygulamalarının sonuçları	94
Tablo 5.18. BS ve uzantıları için en iyi- en kötü değerler arasındaki uzaklıklar	95
Tablo 5.19. Normalize karar matrisi H_B ’nin en iyi çözüme olan uzaklık değerleri.....	96
Tablo 5.20. BS ile yapılan uygulamanın $\bar{d}_{ij}$ değerleri.....	96
Tablo 5.21. BS ve uzantıları ile yapılan uygulamaların S_i ve R_i değerleri.....	97
Tablo 5.22. BS ve uzantıları ile yapılan uygulamaların S^+ , S^- , R^+ ve R^- değerleri.....	98
Tablo 5.23. BS ve uzantıları ile yapılan uygulamaların Q_i değerleri.....	98
Tablo 5.24. BS ile yapılan uygulama için Q_i , S_i ve R_i değerlerine göre sıralamalar.....	99
Tablo 5.25. SBS ile yapılan uygulama için Q_i , S_i ve R_i değerlerine göre sıralamalar ...	99
Tablo 5.26. SBS ile yapılan uygulama için uzlaştırmacı çözüm hesaplamaları	100

Tablo 5.27. NS ile yapılan uygulama için Q_i , S_i ve R_i değerlerine göre sıralamalar ...	101
Tablo 5.28. NS ile yapılan uygulama için uzlaştırıcı çözüm hesaplamaları	102
Tablo 5.29. TBS ile yapılan uygulama için Q_i , S_i ve R_i değerlerine göre sıralamalar .	102
Tablo 5.30. TBS ile yapılan uygulama için uzlaştırıcı çözüm hesaplamaları	103
Tablo 5.31. Cevapların üçgen bulanık sayı ve uzantıları türünden karşılıkları	104
Tablo 5.32. Tablo 5.4'ün "Lezzet" ve "Fiyat" kriterlerinin ÜBS türünden karşılıkları.	105
Tablo 5.33. D_3 'ün "Bodrum K." cevaplarının "Lezzet", "Fiyat" için ÜBS karşılıkları	105
Tablo 5.34. D_1 için karar matrisi $X_{\bar{U}B}^{(1)}$	108
Tablo 5.35. D_2 için karar matrisi $X_{\bar{U}B}^{(2)}$	108
Tablo 5.36. D_3 için karar matrisi $X_{\bar{U}B}^{(3)}$	109
Tablo 5.37. Birleştirilmiş karar matrisi $R_{\bar{U}B}$	109
Tablo 5.38. Normalize karar matrisi $H_{\bar{U}B}$	111
Tablo 5.39. Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi $R'_{\bar{U}B}$	111
Tablo 5.40. $R'_{\bar{U}B}$ 'nin pozitif ideal çözüme olan uzaklık değerleri	113
Tablo 5.41. $R'_{\bar{U}B}$ 'nin negatif ideal çözüme olan uzaklık değerleri	113
Tablo 5.42. ÜBS ve uzantıları ile yapılan uygulamaların D_i^+ değerleri.....	114
Tablo 5.43. ÜBS ve uzantıları ile yapılan uygulamaların D_i^- değerleri.....	114
Tablo 5.44. ÜBS ve uzantıları ile yapılan uygulamaların C_i^* değerleri ve sıraları	115
Tablo 5.45. ÜBS ve uzantıları ile TOPSIS yöntemi uygulamalarının sonuçları	115
Tablo 5.46. ÜBS ve uzantıları için en iyi- en kötü değerler arasındaki uzaklıklar	116
Tablo 5.47. Normalize karar matrisi $H_{\bar{U}B}$ 'nin en iyi çözüme olan uzaklık değerleri....	117
Tablo 5.48. ÜBS ile yapılan uygulama için $\bar{d}_{ij}$ değerleri	117
Tablo 5.49. ÜBS ve uzantıları ile yapılan uygulamaların S_i ve R_i değerleri	118
Tablo 5.50. ÜBS ve uzantıları ile yapılan uygulamaların S^+ , S^- , R^+ ve R^- değerleri.	119
Tablo 5.51. ÜBS ve uzantıları ile yapılan uygulamaların Q_i değerleri.....	119
Tablo 5.52. ÜBS ile yapılan uygulama için Q_i , S_i ve R_i değerlerine göre sıralamalar .	120
Tablo 5.53. ÜBS ile yapılan uygulama için Q_i , S_i ve R_i değerlerine göre sıralamalar	120
Tablo 5.54. ÜNS ile yapılan uygulama için Q_i , S_i ve R_i değerlerine göre sıralamalar.	121
Tablo 5.55. ÜTBS ile yapılan uygulama için Q_i , S_i ve R_i değerlerine göre sıralamalar	122
Tablo 6.1. Kesikli bulanık sayı ve uzantıları ile yapılan uygulamaların sonuçları	123
Tablo 6.2. Üçgen bulanık sayı ve uzantıları ile yapılan uygulamaların sonuçları	124

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Klasik küme A 'nın üyelik fonksiyonu.....	9
Şekil 1.2. Bulanık küme $\tilde{A}$ 'nın üyelik fonksiyonu.....	9
Şekil 1.3. Kesikli bulanık küme $\tilde{A}$	10
Şekil 1.4. Bulanık $\tilde{A}$ ve bulanık $\tilde{B}$ sayılarının birleşimi.....	11
Şekil 1.5. Bulanık $\tilde{A}$ ve bulanık $\tilde{B}$ sayılarının kesişimi.....	11
Şekil 1.6. $\tilde{A}$ sayısının $\tilde{A}$ tümleyeni	11
Şekil 1.7. $\tilde{A} = (l, m, u)$ bulanık sayısı	12
Şekil 1.8. “genç”, “orta yaşlı” ve “yaşlı” dilsel değerlerinin üyelik fonksiyonları.....	13
Şekil 1.9. Bir üyelik fonksiyonunda geçiş noktası, çekirdek ve destek	14
Şekil 1.10. $\tilde{A}$ sayısının α kesimleri.....	15
Şekil 1.11. Klasik bir kümede destek ve çekirdek	15
Şekil 1.12. Konveks (a) ve konveks olmayan (b) bulanık kümeler	15
Şekil 1.13. Yamuk üyelik fonksiyonu.....	17
Şekil 1.14. Poligon bulanık sayı grafiği	17
Şekil 1.15. Gauss üyelik fonksiyonu.....	18
Şekil 1.16. Çan üyelik fonksiyonu	18
Şekil 1.17. Sigmoid üyelik fonksiyonu.....	19
Şekil 1.18. Bulanık küme uzantıları.....	22
Şekil 3.1. Sezgisel bulanık kümelerin grafiksel gösterimi.....	37
Şekil 3.2. Kesikli sezgisel bulanık küme grafiği.....	38
Şekil 3.3. Bir üçgen sezgisel bulanık sayı $\tilde{A}$	40
Şekil 3.4. Kesikli tek değerli nütrosifik küme grafiği	45
Şekil 3.5. Bir üçgen nütrosifik bulanık sayı $\tilde{A}$	47
Şekil 3.6. Kesikli tasviri bulanık küme gösterimi	50
Şekil 3.7. Bir üçgen tasviri bulanık sayı $\tilde{A}$	52
Şekil 3.8. Alternatif ÜTBS grafiği	52
Şekil 3.9. $p=1$ ve $u=s$ olduğunda ÜTBS grafiği.....	53
Şekil 3.10. (a) $\tilde{x}_1$ ve (b) $\tilde{x}_2$ üçgen tasviri bulanık sayılarının grafikleri.....	54
Şekil 4.1. Genişletilmiş TOPSIS ve VIKOR yöntemlerinin adımları.....	65

GİRİŞ

İnsanlar içinde bulundukları ya da üzerinde çalıştıkları süreç sonunda elde ettikleri çıktılarının doğru ve güvenilir olmasını ister. Belirsizlik, gerekli bilgilere ulaşılmasını engelleyerek yanlış sonuçlar getirebileceği için rahatsız edici bir kavramdır. Bununla birlikte kesin olmayan durumları/ bileşenleri süreçlerde temsil etmek zordur. Belirsizliği matematiksel olarak ifade ederek süreçlere dahil etmek bulanık mantık ile mümkündür.

Belirsizlik içeren süreçlerden birisi de karar verme süreçleridir. Karar verici(ler) alternatiflere karşı değerlendirmelerde kesin yargılarda bulunamayabilir. Yapılan değerlendirmelerde sözel ifadelerin kullanıldığı durumlar da karar verme sürecinde belirsizliğe sebep olmaktadır. Değerlendirmeyi yapan karar vericilerin kullandığı sözel ifadeler denk olmayabilir. Bulanık mantık bu ve benzeri sorunları çözmek için çok iyi bir araçtır. Bulanık mantıktan doğan bulanık küme kullanılarak skalalardaki keskin sınırları yumuşatma imkânı bulunmaktadır.

Bulanık kümenin geliştirilmiş formlarıyla belirsizliği problem çözme sürecinde daha detaylı temsil etmek mümkündür. Geliştirilmiş bulanık kümeler bulanık küme uzantısı denilmektedir. Bulanık kümelerde elemanların kümeye aitlikleri üyelik derecesi ve üye olmama derecesi üzerinden ifade edilmektedir. Ancak elemanın o kümeye ait olması ile ilgili bir şüphe ya da belirsizlik varsa bulanık kümeler kullanıldığında bu bilgi göz ardı edilmiş/ yanlış ifade edilmiş olmaktadır.

Şüphe/ belirsizlik olması durumunda sezgisel bulanık kümelerin kullanılmasıyla bilgi kaybının önüne geçilebilir. Sezgisel bulanık kümelerde elemanların kümeye aitliği ile üyelik derecesi ve üye olmama derecesi yanında kararsızlık derecesi de bulunmaktadır.

Bir eleman hakkında yeterli bilgi olmadığında sadece mevcut bilgilerle işlem yapılması yanlış sonuçlar verebilir. Böyle bir durum bulanık küme ya da sezgisel bulanık küme ile temsil edilememektedir. Tasviri bulanık kümelerde ise elemanın kümeye aitliği pozitif üyelik derecesi, negatif üyelik derecesi, nötr üyelik derecesi ve ret derecesi ile

verilmektedir. Eleman hakkında ne derecede bilgi eksikliği varsa ret derecesi ile temsil edilebilir. Bulanık küme, sezgisel bulanık küme ve tasviri bulanık kümede elemanların kümeye ait olması ile ilgili derecelerin her biri 0 ile 1 arasında yer almaktadır ve toplamı 1'e eşittir (örneğin bulanık kümelerde üyelik derecesi ve üye olmama derecesi toplamı 1'dir.).

Nötrosofik kümelerde elemanların kümeye aitliğiyle ilgili doğruluk derecesi, yanlışlık derecesi ve belirsizlik derecesi vardır. Nötrosofik kümelerin sezgisel bulanık kümelerden farkı şudur: Nötrosofik kümedeki bir elemanın doğruluk, yanlışlık ve belirsizlik dereceleri toplamı 1 olmak zorunda değildir. Her bir üyelik derecesi 0'dan küçük ve 1'den büyük bir değer alabilir. Ancak işlem kolaylığı olması açısından (duruma göre) her bir derecenin değer aralığı 0 ile 1 arasında alınmaktadır.

Karar problemlerinde alternatiflerin kriterlerle ilgili değerlendirmeleri bulanık küme ve uzantılarıyla temsil edilebilir. Bir alternatifin değerlendirildiği kriteri karşılama derecesi bulanık kümelerde ve sezgisel bulanık kümelerde üyelik derecesiyle, karşılamama derecesi ise üye olmama derecesiyle gösterilmektedir. Sezgisel bulanık kümelerde alternatifin kriteri karşılamasıyla ilgili belirsizlik ise kararsızlık derecesiyle temsil edilmektedir.

Tasviri bulanık kümelerde alternatifin kriteri karşılama derecesi pozitif üyelik derecesiyle, karşılamama derecesi negatif üyelik derecesiyle, alternatifin kriteri karşılamasıyla ilgili belirsizlik nötr üyelik derecesiyle temsil edilmektedir. Eğer alternatifin kriteri karşılayıp karşılamamasıyla ilgili eksik bilgi varsa ret derecesi kullanılarak bu bilgiyi temsil etmek mümkündür.

Karar vericiler alternatifleri değerlendirirken birden fazla görüş belirttiyse bu durumda nötrosofik küme kullanılmalıdır; çünkü nötrosofik kümedeki dereceler birbirinden bağımsız olarak 0 ile 1 arasında değer alabilmektedir. Böylece toplamlarının 1'e eşit olması engeli aşılmış olur. Nötrosofik sayılar kullanılarak alternatifin kriteri karşılama derecesi doğruluk derecesiyle, karşılamama derecesi yanlışlık derecesiyle temsil edilmektedir. Eğer karşılayıp karşılamamasıyla ilgili tereddüt/ belirsizlik varsa belirsizlik derecesi kullanılmaktadır.

Bu tez çalışmasında bulanık küme uzantıları ile çoklu kriter altında grupta karar verme problemi için ÇKKV yöntemlerinden TOPSIS ve VIKOR yöntemleri bulanık küme uzantıları için genişletilmiştir. Belirsizliğin ifadesinde bulanık küme uzantılarını kullanmanın nasıl etkili olduklarını araştırmak amacıyla, (bulanık küme uzantılarındaki kesikli ve sürekli ayrımı dikkate alınarak) yöntemlerin detayları verildikten sonra gerçek verilerle uygulaması yapılmıştır.

Uygulamada kullanılan veriler Erciyes Üniversitesi kampüsünde yer alan 9 kafe/ restoran için 7 kriterde yapılan anketle elde edilmiştir. Ankette katılımcılara kafe ya da restorana ne sıklıkla gittiği sorularak 3 farklı karar verici profili elde edilmiştir. Ankette alternatifler kriterlere göre değerlendirilirken; “Çok İyi, İyi, Biraz İyi, Orta, Biraz Kötü, Kötü, Çok Kötü, Fikrim Yok” cevapları verilebilmektedir. Katılımcılara birden fazla cevap hakkı verilmiştir ve cevaplarını önceliklendirmeleri istenmiştir. Kesikli bulanık sayı ve uzantılarıyla yapılan uygulamada, katılımcılardan alınan cevaplardan birinci sırada olanlar bulanık sayı, sezgisel bulanık sayı ve tasviri bulanık sayılarla yapılan uygulama için kullanılırken, cevapların tamamı nütrosifik sayılarla yapılan uygulama için kullanılmıştır. Sürekli bulanık sayı ve uzantılarıyla yapılan uygulamada, katılımcılardan alınan ilk sıradaki cevaplar kullanılmıştır. Alınan cevapların sürekli bulanık sayı ve uzantıları cinsinden karşılıkları ile gerekli hesaplamalar yapılmıştır. Gerçek verilerle yapılan çalışmanın sonuçları karşılaştırılarak belirsizliğin detaylı olarak ele alınmasının karar sonuçlarındaki etkileri incelenmiştir. Elde edilen bulgular karar problemlerinde kararsızlık ya da bilgi eksikliği olması halinde bulanık küme uzantılarının kullanılmasının gerekliliğini ortaya koymuştur.

1. BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

1.1. Çok Kriterli Karar Verme

İnsanlar gerek özel hayatlarında gerekse iş hayatlarında mecburen veya isteğe bağlı olarak karar vermektedirler. Bu seçme ya da sıralama gibi durumlar üzerinden gerçekleşebilir.

Tercih etme, değerlendirme, yargılama gibi durumlarda kriterlere ihtiyaç vardır çünkü kriterler incelemelerde olumlu ya da olumsuz sonuca varmamızı sağlayan bir araçtır. Karar verme bakımından kriter bir seçimi diğerinden daha istenir kılan standartlardır. Karar verme problemi, tercih edilebilecek birden fazla alternatif bulunduğu en uygun olan alternatifi seçme problemidir. Farklı seçimlerin değerlendirilmesi birbiriyle çelişen standartların mevcut olması durumunda “Çok Kriterli Karar Verme” (ÇKKV) problemi haline gelmektedir. [1]

ÇKKV süreci problemin tanımlanmasıyla başlamaktadır. Sonraki aşamada problem yapılandırılması yapılmalıdır; böylece değerler, amaçlar, kısıtlar, alternatifler, belirsizlikler, kilit meseleler, problemin bulunduğu çevre ortaya konulmuş olacaktır. Daha sonra model kurma ve kullanma aşaması gelmektedir; belirlenen değerlere göre kriterler tanımlanmakta ve tercih edilebilecek alternatifler belirlenmektedir. Model kullanma aşamasının sonunda başka alternatiflerin aranması gerektiği sonucuna varmak mümkündür. Son aşamada ise eylem planının oluşturulması yer almaktadır. [1]

Grupla karar verme problemi, birden fazla karar vericinin birtakım alternatifler için yargılarını belirttikleri bir karar problemidir. Karar vericiler tarafından fikir birliği ile kabul edilebilecek bir alternatif bulmak için farklı görüşleri uzlaştırmayı amaçlamaktadır. [2]

Çoklu kriter altında grupta karar verme problemlerinde ise karar verecek olan grubun üyeleri birden fazla alternatifi birden fazla kriter için değerlendirmektedir. Amaç gruptaki üyelerin uzlaşabileceği uygun bir alternatif seçimi yapabilmektir.

Bulanık ortamda karar verme sürecinde amaçlar ve/veya kısıtlar bulanıktır, yani amaçlar ve/veya kısıtlar sınırları tam olarak tanımlanmamış alternatifler sınıfı oluşturmaktadır. [3]

Karar verme süreci temel olarak aşağıdaki dört adımı içermektedir. [4]

1. Amaçların, kısıtların ve kriterlerin belirlenmesi
2. Seçeneklerin (alternatiflerin) oluşturulması
3. Değerlendirme ve seçim yapma
4. Kararın uygulanması

Amaçlar karar vericilerin ulaşmak istediği sonuçları tanımlamaktadır. Kriterler karar verilecek alternatifte istenilen/ istenmeyen veya alternatiflerin birbirleriyle kıyaslandığı özelliklerdir. Kısıtlar alternatiflerin ölçülebilir özelliklerinin sınanmasını sağlamaktadır. Alternatifler karar verme sonucunda istenilen amaç, kısıt veya kriterleri sağlayabilecek seçeneklerdir.

Değerlendirme ve seçim için literatürde çeşitli çok kriterli karar verme yöntemleri bulunmaktadır [5]. Bunlardan bazıları Tablo 1.1’de yer almaktadır.

Tablo 1.1. Çok kriterli karar verme yöntemleri

AHP	Saaty [6]	1977	İkili kıyaslamaya dayanan ve birkaç seviyeli hiyerarşik yapıdaki yöntemdir. [5]
ANP	Saaty [7]	1996	Kriterler arasında bağıllık ve geri bildirimin olduğu ve AHP’nin yeterli olmadığı durumlar için önerilmiştir. [5]
ELECTRE I	Ror [8]	1968	İki alternatifin birbirine göre iyiliğini gösteren uyumluluk ve uyumsuzluk

			indeksine dayanan çekirdek bir çözüm bulmak için önerilmiştir. [5]
ELECTRE II	Roy ve Bertier [9]	1971	ELECTRE I'deki sıralama yapamama eksikliğini gidermek için önerilmiştir. [5]
ELECTRE III	Roy [10]	1978	Net değerli sıralama ilişkilerini bulanık sıralama ilişkilerine genişletmektedir. [5]
ELECTRE IV	Roy ve Hugonnard [11]	1982	ELECTRE III'ü basitleştirme girişimidir. [5]
PROMETHEE	Brans ve Vincke [12]	1985	İkili karşılaştırmaya dayanan bir yöntemdir. [5]
TOPSIS	Hwang [13], Hwang vd. [14], Lai vd. [15]	1981, 1993, 1994	En iyi çözümün pozitif ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözüme en uzak olduğu fikrine dayanmaktadır. [5]
VIKOR	Opricovic [16]	1998	İdeal çözüme olan yakınlıklarına göre alternatifleri sıralar ve en iyi alternatifi seçer. [5]
DEMATEL	Fontela ve Gabus [17]	1974	Kriterler arasındaki ilişkiyi gösteren ve ikili karşılaştırmaya dayanan bir yöntemdir. [5]
SAW	Churchman ve Ackoff [18]	1954	Her alternatifin genel değerini bulmak için basit bir denklem kullanır. [5]
MACBETH	Bana e Costa ve Vansnick [19]	1994	Alternatifleri farklı çekiciliklerine göre kıyaslamak için nitel kıyaslamaları kullanan bir yöntemdir. [5]

Bu yöntemlerin hibrit olarak kullanıldığı çalışmalar da mevcuttur [5]. Bu yöntemlerden TOPSIS ve VIKOR yöntemleri grupla çoklu kriter altında karar verme çalışmasında kullanılacaktır.

TOPSIS yöntemi uzlaştırmacı çözümün ideal çözüme en kısa mesafede yer aldığı mantığına dayanmaktadır. Pozitif ve negatif ideal çözümlere olan uzaklıklar aynı anda değerlendirilmektedir. Tercih sıralaması, pozitif ve negatif ideal çözüme olan uzaklıkların bir kombinasyonu olan göreceli yakınlıklarına göre elde edilmektedir. [20]

TOPSIS yönteminin diğer yöntemlere göre avantajları şunlardır: [20]

- İnsan seçiminin gerekçesini temsil eden mantıklı bir yaklaşımdır.
- Aynı anda hem en iyi hem de en kötü alternatifleri hesaba katan sayısal bir değerdir.
- Bir elektronik tabloya kolayca aktarılabilen basit bir hesaplama sürecidir.

VIKOR metodu çelişkili ve aynı ölçekle ölçülemeyen çok kriterli karar verme probleminde karar vericilere uzlaştırmacı bir alternatif veya alternatif sırası sunmaktadır. Burada uzlaştırmacı çözüm karar vericilerin karşılıklı taviz verdiği ideal çözüme en yakın uygun bir çözümdür. TOPSIS yöntemi de mesafe temellidir, pozitif ideal çözüme en yakın negatif ideal çözüme en uzak çözümü belirlemektedir ancak mesafelerin göreceli önemini değerlendirmemektedir. [21]

VIKOR metodunun avantajları ise şunlardır: [22]

- Sade ve kolay anlaşılır bir karşılaştırma yapısına sahiptir.
- Karar vericilerin değerlendirmelerine göre uzlaştırmacı bir çözüm önermektedir.
- Uzlaştırmacı çözüme veya uzlaştırmacı sıralamaya alternatiflerin ideal çözüme yakınlıkları üzerinden ulaşılmaktadır.

1.2. Bulanık Mantık

İnsanlar hayatlarının birçok anında ve alanında ortaya çıkan belirsizlik kavramı herhangi bir konuda, durumda ya da olayla ilgili açık, anlaşılır ve kesin bilgi sahibi olamama durumunu ifade etmektedir [23]. Kimi zaman karşılaşılan belirsizlikler problemlere sebep

olmaktadır. Problemler modellenirken sadece belirli ya da kesin olan değerler dikkate alınırsa elde edilen çözüm memnun edici sonuçlar getirmeyebilir. Bu sebeple problemlerin modelleme aşamasında ilgili belirsizlikler de mümkün olan en üst seviyede modele yansıtılmalıdır.

Örneğin bir nesnenin elimizdeki iki ayırık kümeden hangisine ait olabileceğini araştırdığımızı düşünelim. Klasik olarak nesne iki kümeden hangisinin gerekliliklerini daha çok karşılıyorsa ona aittir veya ikisine de ait değildir. Bu şekildeki bir yaklaşım Aristo mantığı (0-1 mantığı) olarak anılmaktadır [24]. Ancak incelenen nesne iki kümenin gereklerini de bir miktar karşılaması durumunda Aristo mantığı ile araştırma yapılması bazı bilgilerin göz ardı edilmesine neden olacaktır. Zadeh [25] bulanık mantığı tanımlayarak bu tür bilgilerin de dikkate alınmasını mümkün kılmıştır. Aristo mantığı 0-1 mantığıdır; örneğin incelenen bir nesne kümelerden birine ait ise 1 değerine sahiptir, ait değil ise 0 değerine sahiptir. Bulanık mantıkta ise nesnenin değeri kümelerin gerekliliklerini karşılamasına bağlı olarak 0 ile 1 arasındadır [26, 27]. Bulanık mantık incelenen nesnenin her iki kümeye kısmen dahil olma durumunu matematiksel olarak yansıtmaya imkânı sunmaktadır.

Bulanık mantık, araştırma ve geliştirmeye katılan mühendisler, matematikçiler, bilgisayar yazılımı geliştiricileri ve araştırmacıları, doğa bilimcileri (biyoloji, kimya, yer bilimleri ve fizik), tıbbi araştırmacılar, sosyal bilimciler (ekonomi, yönetim, siyaset bilimi ve psikoloji), karar bilimi alanında çalışanlar, kamu politikaları analistleri, işletme analistleri ve hukukçular dahil olmak üzere birçok kişi için son derece faydalıdır. [28, 29]

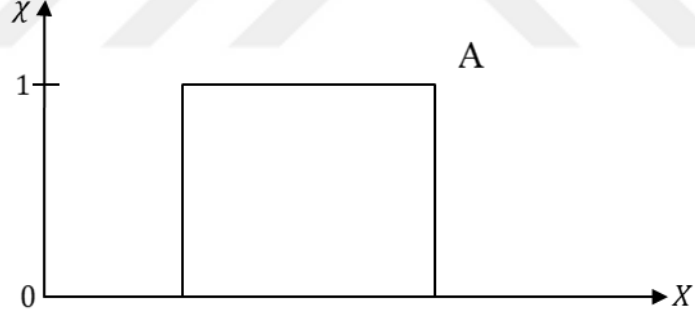
Bulanık mantık, ulaştırma, suç soruşturması, klinik karar destek sistemi, oda sıcaklığı ve nem kontrol cihazı tasarımı, bulanık mantık yıkama makinesi, televizyon netliği gibi çeşitli alanlarda uygulamalara sahiptir. [30]

Klasik mantık ile bulanık mantık kavramlarının birbirinden farklı olması gibi klasik küme ile bulanık küme kavramları da birbirinden farklıdır.

Klasik kümeleme yaklaşımında incelemeye alınan nesneler özelliklerine göre gruplara ayrılmaktadır ve atandığı gruba tam olarak üyedir. Örneğin hız kavramıyla ilgili olarak “0-29 km/sa hıza sahip ise yavaş”, “30- 59 km/sa hıza sahip ise orta”, “60-89 km/sa hıza sahip ise hızlı”, “90 ve üzeri hıza sahip ise çok hızlı” şekilde dört küme oluşturduğumuzu

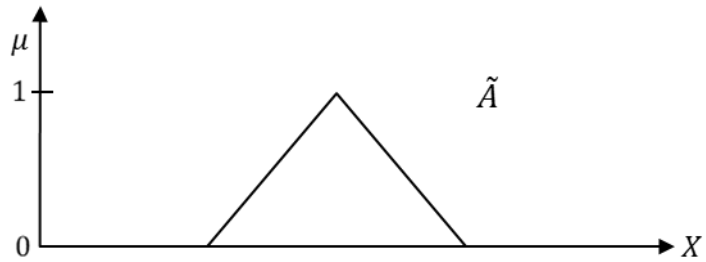
varsayalım. Bu kümelere göre 89 km/sa hızı sahip bir araç hızlı olarak nitelendirilirken, 90 km/sa hızı sahip bir araç çok hızlı sınıfına girmektedir. Ayrıca 65 km/sa hızı sahip bir araç ile 85 km/sa hızı sahip bir araç aynı derece ile hızlı kümesinde yer almaktadır.

Bulanık küme yaklaşımında, kümedeki elemanların üyelik dereceleri farklı olabilir. Bu yaklaşımda bir eleman birden fazla kümenin elemanı olarak tanımlanabilmektedir. Örneğin 60 km/sa hızı sahip bir araç 0.4 üyelik derecesiyle hızlı kümesine dahil edilebilirken, 80 km/sa hızı sahip bir araç 0.9 üyelik derecesiyle hızlı kümesine dahil edilebilir. 89 km/sa hızı sahip bir araç 1 üyelik derecesiyle hızlı sınıfına dahil edilebilirken, 0.1 üyelik derecesiyle çok hızlı sınıfına dahil edilebilir. Bulanık bir kümenin elemanlarının üyelik dereceleri $[0,1]$ aralığında yer almaktadır. (Klasik bir kümenin elemanlarının üyelik dereceleri (χ) 0 veya 1 değerini almaktadır. Klasik kümelerin üyelik fonksiyonu grafiği Şekil 1.1’de gösterildiği gibidir [27].) Matematiksel olarak bulanık bir A kümesi $\tilde{A}$ olarak gösterilmektedir. $\tilde{A}$ kümesindeki bir x elemanının üyelik derecesini veren fonksiyon $\mu_{\tilde{A}}(x)$ ile gösterilmektedir ve $\mu_{\tilde{A}}(x) \in [0,1]$ ’ dir. [27]



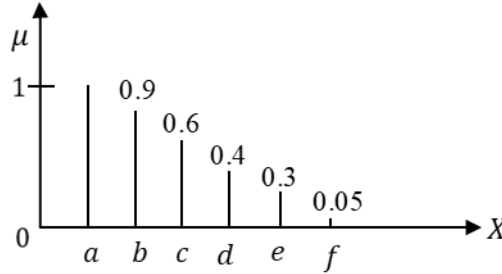
Şekil 1.1. Klasik küme A'nın üyelik fonksiyonu

Bulanık küme $\tilde{A}$ 'nın üyelik fonksiyonu Şekil 1.2’de gösterilmektedir. [27]



Şekil 1.2. Bulanık küme $\tilde{A}$ 'nın üyelik fonksiyonu

Bulanık küme kesikli olduğunda grafiksel gösterimde Şekil 1.3'teki format kullanılmaktadır. [27]



Şekil 1.3. Kesikli bulanık küme $\tilde{A}$

Bulanık kümelerde küme gösterimi klasik kümelerin gösteriminden farklıdır. Eğer X uzayı kesikli ve sonlu bir küme ise aşağıdaki formda bir gösterim kullanılmaktadır [27]:

$$\tilde{A} = \left\{ \frac{\mu_{\tilde{A}}(x_1)}{x_1} + \frac{\mu_{\tilde{A}}(x_2)}{x_2} + \dots \right\} = \left\{ \sum_i \frac{\mu_{\tilde{A}}(x_i)}{x_i} \right\}$$

Eğer X uzayı sürekli ve sonsuz ise aşağıdaki formda bir gösterim kullanılmaktadır [27]:

$$\tilde{A} = \left\{ \int \frac{\mu_{\tilde{A}}(x)}{x} \right\}$$

İlk gösterimdeki toplam sembolü cebirsel toplamı değil elemanların bir araya getirilmesini ifade etmek için kullanılmaktadır. Aynı şekilde integral sembolü de cebirsel integrali değil sürekli fonksiyonda teorik bir araya getirmeyi ifade etmektedir. [27]

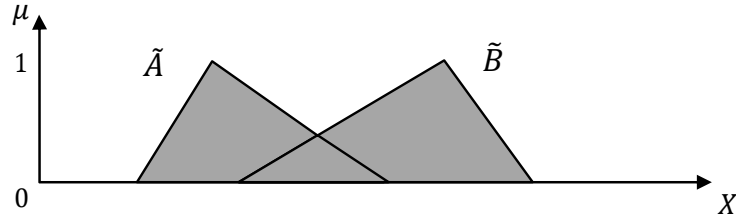
X uzayında tanımlı iki bulanık küme üzerinde birleşim, kesişim veya tümleyen işlemleri yapıldığında üyelik dereceleri aşağıdaki gibi değiştirilmektedir [27]:

$$\text{Birleşim: } \mu_{\tilde{A} \cup \tilde{B}}(x) = \mu_{\tilde{A}}(x) \vee \mu_{\tilde{B}}(x) = \max(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x))$$

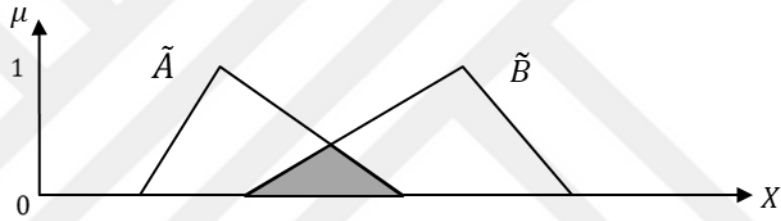
$$\text{Kesişim: } \mu_{\tilde{A} \cap \tilde{B}}(x) = \mu_{\tilde{A}}(x) \wedge \mu_{\tilde{B}}(x) = \min(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x))$$

$$\text{Tümleyen: } \mu_{\tilde{A}^c} = 1 - \mu_{\tilde{A}}(x)$$

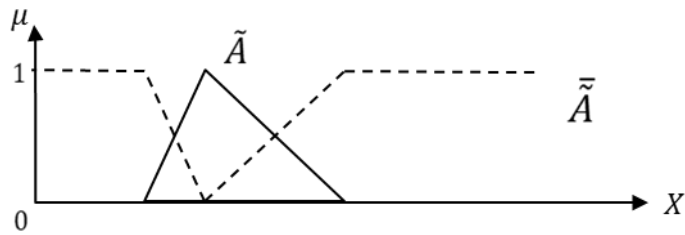
Yeni üyelik derecelerinin grafikleri ise sırasıyla Şekil 1.4, Şekil 1.5 ve Şekil 1.6'da çizilmiştir [27]:



Şekil 1.4. Bulanık $\tilde{A}$ ve bulanık $\tilde{B}$ sayılarının birleşimi



Şekil 1.5. Bulanık $\tilde{A}$ ve bulanık $\tilde{B}$ sayılarının kesişimi



Şekil 1.6. $\tilde{A}$ sayısının $\tilde{\tilde{A}}$ tümlenyeni

X evreninde tanımlı A, B ve C bulanık kümeleri tanımlıdır. Bulanık kümeler aşağıdaki özelliklere sahiptir:

Değişim: $\tilde{A} \cup \tilde{B} = \tilde{B} \cup \tilde{A}$, $\tilde{A} \cap \tilde{B} = \tilde{B} \cap \tilde{A}$

Birleşim: $\tilde{A} \cup (\tilde{B} \cap \tilde{C}) = (\tilde{A} \cup \tilde{B}) \cap \tilde{C}$, $\tilde{A} \cap (\tilde{B} \cup \tilde{C}) = (\tilde{A} \cap \tilde{B}) \cup \tilde{C}$

Dağılım: $\tilde{A} \cup (\tilde{B} \cap \tilde{C}) = (\tilde{A} \cup \tilde{B}) \cap (\tilde{A} \cup \tilde{C})$, $\tilde{A} \cap (\tilde{B} \cup \tilde{C}) = (\tilde{A} \cap \tilde{B}) \cup (\tilde{A} \cap \tilde{C})$

Tek kuvvet: $\tilde{A} \cup \tilde{A} = \tilde{A}$, $\tilde{A} \cap \tilde{A} = \tilde{A}$

Özdeşlik: $\tilde{A} \cup \emptyset = \tilde{A}$, $\tilde{A} \cap \emptyset = \emptyset$; $\tilde{A} \cap X = \tilde{A}$, $\tilde{A} \cup X = X$

Geçişlilik: Eğer $\tilde{A} \subseteq \tilde{B}$ ve $\tilde{B} \subseteq \tilde{C}$ ise $\tilde{A} \subseteq \tilde{C}$

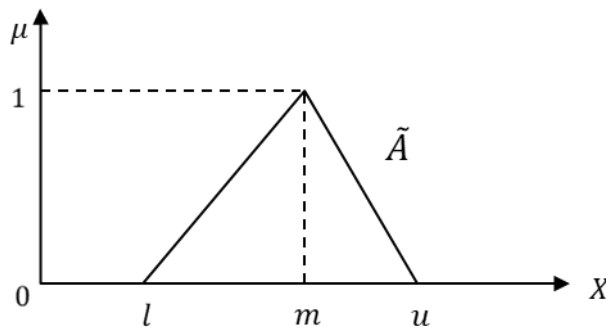
İçe kıvrılma: $\overline{(\tilde{A})} = \tilde{A}$ ($\tilde{A}$ sayısının tümleyeninin tümleyeni kendisidir)

1.2.1. Bulanık Sayılar

Bulanık nicelikler, reel sayılardan n boyutlu R^n uzayına tanımlı bulanık kümelerdir; bulanık sayılar ise üyelik fonksiyonunun özel bir formuna sahip olan bulanık niceliklerdir. [31]

Bir bulanık sayı $\tilde{A} = (l, m, u)$ olarak gösterilmektedir. Bu gösterimdeki l, m ve u harfleri, bulanık sayının üyelik fonksiyonunun x eksenindeki değerleridir. l , $\tilde{A}$ bulanık sayısının en düşük değerini; m , en muhtemel değerini; u ise en üst değerini ifade etmektedir. m değerinin üyelik derecesi 1'e eşittir. Üyelik fonksiyonunun şekli sebebiyle üçgen bulanık sayı olarak da anılmaktadır. $\tilde{A}$ sayısının üyelik fonksiyonu ve fonksiyonun grafiği Şekil 1.7 ile aşağıda gösterilmiştir. [32]

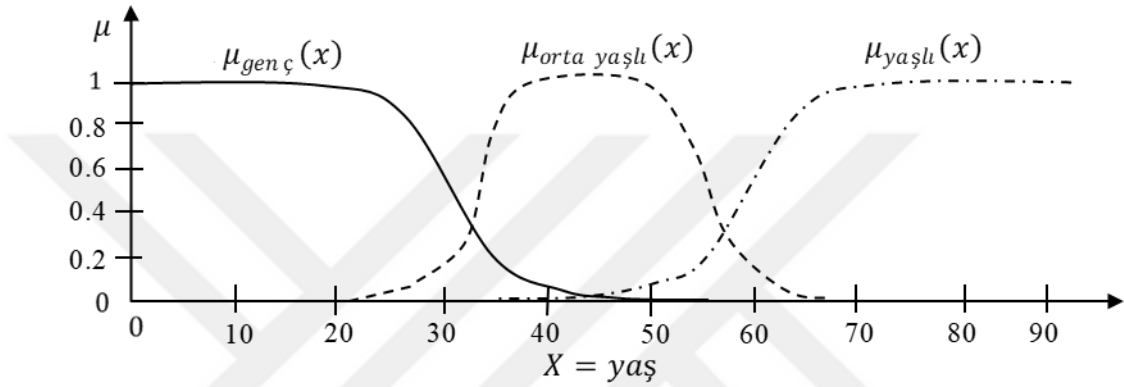
$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{x-l}{m-l}, & l \leq x \leq m \\ \frac{u-x}{u-m}, & m \leq x \leq u \\ 0, & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$



Şekil 1.7. $\tilde{A} = (l, m, u)$ bulanık sayısı

1.2.2. Dilsel Değişkenler ve Dilsel Değerler

Uzay $X = \text{yaş}$ olarak belirlendiğinde, X üzerinde “genç”, “orta yaşlı” ve “yaşlı” kümeleri tanımlanabilir. Bu kümelerin üyelik fonksiyonları sırasıyla $\mu_{genç}(x)$, $\mu_{orta\ yaşlı}(x)$ ve $\mu_{yaşlı}(x)$ ile belirlenmektedir. Bir değişken çeşitli değerler alabilmektedir; dolayısıyla “yaş” dilsel değişkeni, “genç”, “orta yaşlı”, “yaşlı” gibi dilsel değerleri alabilir. Şekil 1.8’de bu dilsel değerlerin üyelik fonksiyonu için bir çizim verilmiştir [33].



Şekil 1.8. “genç”, “orta yaşlı” ve “yaşlı” dilsel değerlerinin üyelik fonksiyonları

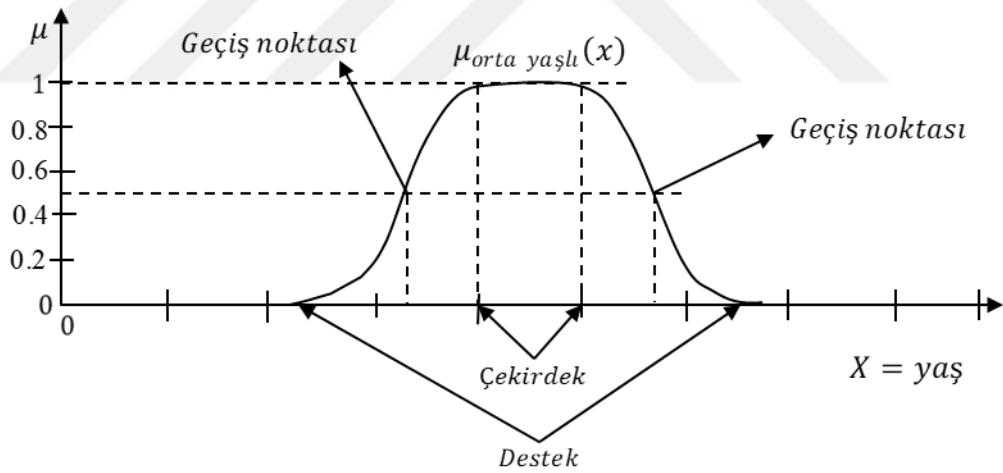
1.2.3. Üyelik Fonksiyonları

Bir bulanık kümenin üyelik fonksiyonu ile ilgili bazı terimler aşağıda açıklanmıştır (Aksi belirtilmediği sürece bütün kümelerin reel sayılarda veya alt kümesinde tanımlandığı varsayılmıştır.) [33]

- Destek: X üzerinde tanımlı bulanık küme $\tilde{A}$ ’nın üyelik derecesinin 0’dan büyük olduğu bütün elemanları o kümenin desteğidir. $Destek(\tilde{A}) = \{x | \mu_{\tilde{A}}(x) > 0\}$
- Çekirdek: X üzerinde tanımlı bulanık küme $\tilde{A}$ ’nın üyelik derecesinin 1’e eşit olduğu bütün elemanları o kümenin çekirdeğidir. $Çekirdek(\tilde{A}) = \{x | \mu_{\tilde{A}}(x) = 1\}$
- Normalite: X üzerinde tanımlı bulanık küme $\tilde{A}$ ’nın çekirdeği boş küme değil ise normaldir.

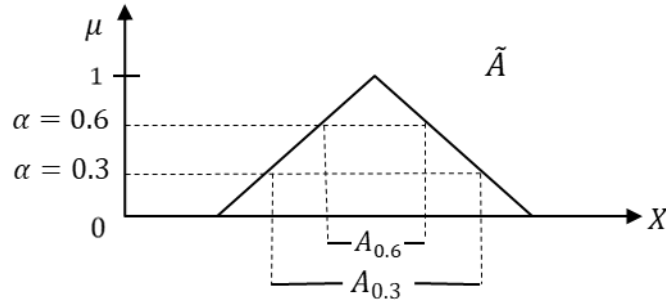
- Geçiş noktası: X üzerinde tanımlı bulanık küme $\tilde{A}$ 'nın üyelik derecesinin 0.5'e eşit olduğu bütün elemanları o kümenin geçiş noktasıdır. $Geçiş(\tilde{A}) = \{x | \mu_{\tilde{A}}(x) = 0.5\}$
- Bulanık tekil (singleton): Desteği X 'te yer alan tek bir elemandan oluşan ve bu elemanın üyelik derecesinin 1'e eşit olduğu bir bulanık kümedir.
- α -kesmesi ve Güçlü α -kesmesi: Bir bulanık küme $\tilde{A}$ 'nın α -kesmesi veya α seviye küme, üyelik derecesi α 'dan büyük veya eşit olan elemanları içeren klasik bir kümedir. $A_{\alpha} = \{x | \mu_{\tilde{A}}(x) \geq \alpha\}$. Güçlü α -kesmesi ise, üyelik derecesi α 'dan büyük olan elemanları içeren klasik bir kümedir. $A'_{\alpha} = \{x | \mu_{\tilde{A}}(x) > \alpha\}$. $Destek(\tilde{A}) = A_0$ ve $\text{Çekirdek}(\tilde{A}) = A_1$ 'dir.

Şekil 1.9'da bir üyelik fonksiyonunda geçiş noktası, çekirdek ve destek gösterilmektedir. [33]

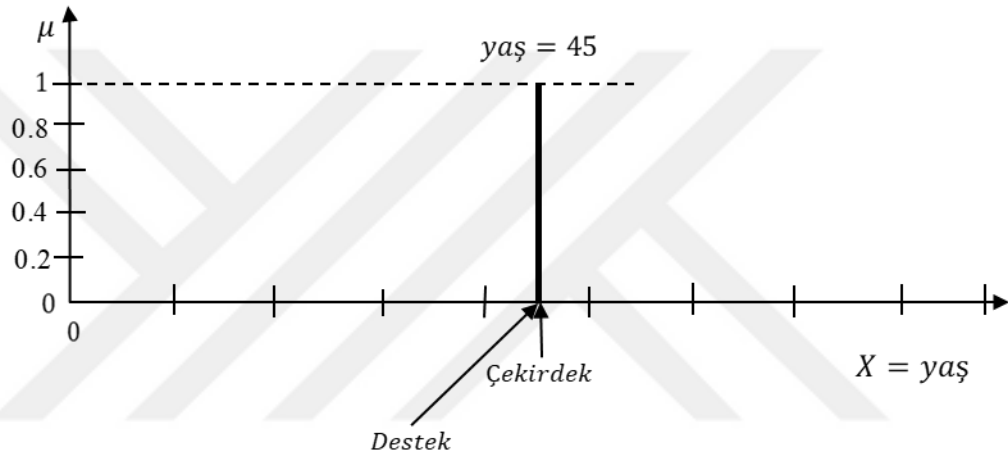


Şekil 1.9. Bir üyelik fonksiyonunda geçiş noktası, çekirdek ve destek

Şekil 1.10'da bir α kesmeleri ve Şekil 1.11'de klasik bir kümede destek ve çekirdek gösterilmektedir. [33]

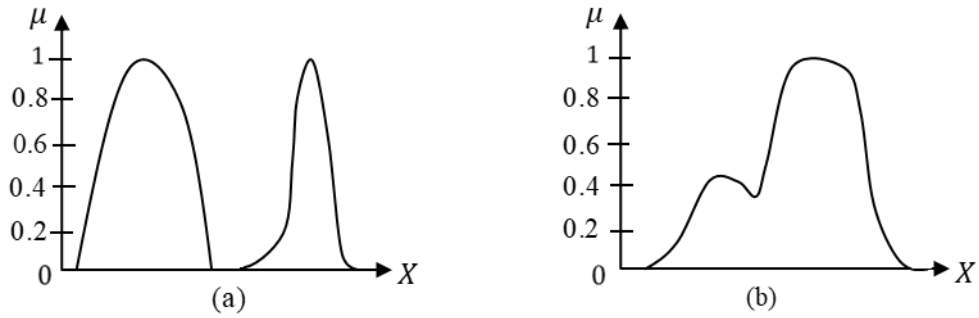


Şekil 1.10. $\tilde{A}$ sayısının α kesmeleri



Şekil 1.11. Klasik bir kümede destek ve çekirdek

- Konveksite: Herhangi iki $x_1, x_2 \in X$ için ve $\lambda \in [0,1]$ için bir bulanık $\tilde{A}$ kümesi $\mu_{\tilde{A}}(\lambda x_1 + \lambda x_2) \geq \min\{\mu_{\tilde{A}}(x_1), \mu_{\tilde{A}}(x_2)\}$ koşulunu sağlamaktadır. Ayrıca $\tilde{A}$ konveks ise bütün α -seviye kümeleri konvektir. Şekil 1.12’de konveks ve konveks olmayan kümelere örnek gösterilmektedir [33].



Şekil 1.12. Konveks (a) ve konveks olmayan (b) bulanık kümeler

- Bulanık sayı: Bir bulanık sayı $\tilde{A}$ reel sayılarda normallik ve konveksite durumlarını sağlayan bulanık bir kümedir.
- Genişlik (Bant genişliği): Normal ve konveks bir bulanık kümenin genişliği iki farklı geçiş noktası arasındaki mesafedir. $\mu_{\tilde{A}}(x_1) = 0.5$ ve $\mu_{\tilde{A}}(x_2) = 0.5$ olmak üzere $Genişlik(\tilde{A}) = |x_1 - x_2|$ ' dir.
- Simetri: Eğer bir $\tilde{A}$ bulanık kümesi her $x \in X$ için belirli bir $x = c$ noktası etrafında simetrik üyelik fonksiyonuna sahip ise simetriktir. $\mu_{\tilde{A}}(x - c) = \mu_{\tilde{A}}(x + c)$

Üyelik fonksiyonları çalışılan konuya uygun olacak şekilde yazılabilir. Aşağıda bir girdisi olan tek boyutlu bazı üyelik fonksiyonları verilmiştir [33].

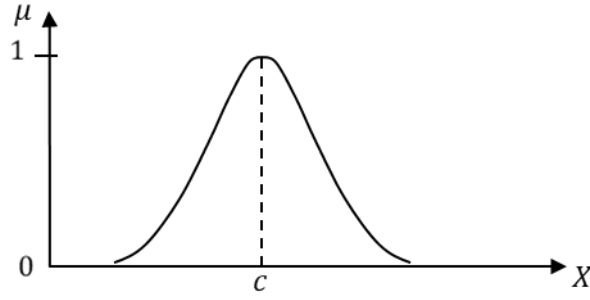
Üçgen üyelik fonksiyonu: Üçgen üyelik fonksiyonu (l, m, u) parametreleri ile aşağıdaki gibi gösterilmektedir.

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{x-l}{m-l}, & l \leq x \leq m \\ \frac{u-x}{u-m}, & m \leq x \leq u \\ 0, & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$

Alternatif olarak $\text{üçgen}(x; l, m, u) = \max\left(\min\left(\frac{x-l}{m-l}, \frac{u-x}{u-m}\right), 0\right)$ gösterimi de tercih edilebilir. [33] (Şekil 1.7'deki grafik üçgen üyelik fonksiyonuna örnektir.)

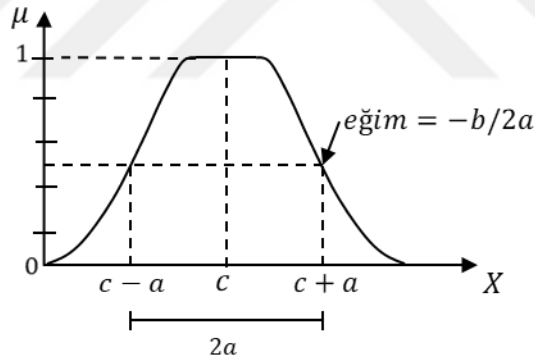
Yamuk üyelik fonksiyonu: $l < m_1 \leq m_2 < u$ olmak üzere bir yamuk bulanık sayının üyelik fonksiyonu $\tilde{A} = (l, m_1, m_2, u)$ olarak dört sayı kullanılarak gösterilmektedir. l , $\tilde{A}$ bulanık sayısının en düşük değerini; m_1 ve m_2 , en muhtemel sayı aralığını; u ise en üst değerini ifade etmektedir. m_1 ve m_2 aralığında üyelik derecesi 1'e eşittir. Yamuk bulanık sayının üyelik fonksiyonu yazımı aşağıdaki gibidir:

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{x-l}{m_1-l}, & l \leq x \leq m_1 \\ 1, & m_1 \leq x \leq m_2 \\ \frac{u-x}{u-m_2}, & m_2 \leq x \leq u \\ 0, & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$



Şekil 1.15. Gauss üyelik fonksiyonu

Genelleştirilmiş çan üyelik fonksiyonları (veya Çan üyelik fonksiyonları veya Cauchy üyelik fonksiyonları): Çan üyelik fonksiyonları olasılık teorisindeki Cauchy dağılımının direkt genelleştirilmesidir ve a , b , c olarak üç parametre ile belirlenmektedir. Üyelik fonksiyonu $\text{can}(x; a, b, c) = \frac{1}{1 + \left|\frac{x-c}{a}\right|^{2b}}$ ile verilmektedir [33]. Üyelik fonksiyonu grafiği ve parametrelerin grafikteki karşılığı Şekil 1.16’da yer almaktadır. [33]



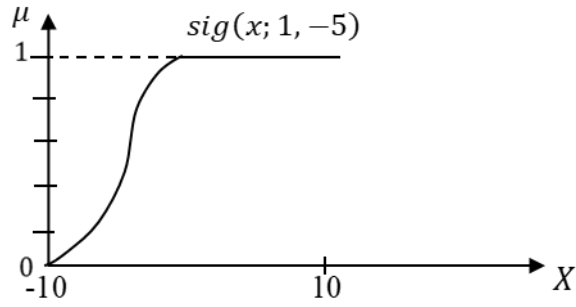
Şekil 1.16. Çan üyelik fonksiyonu

Cauchy dağılımı, ortalamaları, varyansları veya daha yüksek momentleri tanımlanmayan bir dağılım örneğidir. [35]

Sigmoid üyelik fonksiyonu:

$$\text{sig}(x; a, c) = \frac{1}{1 + \exp[-a(x - c)]}$$

Burada a , $x = c$ geçiş noktasındaki eğimi kontrol etmektedir [33]. $\text{sig}(x; 1, -5)$ için grafik örnek olarak Şekil 1.17’de gösterilmiştir [33].



Şekil 1.17. Sigmoid üyelik fonksiyonu

Bunlar haricinde LR, S, Z, π ve çift taraflı Gauss üyelik fonksiyonları bulunmaktadır [33].

1.2.4. Bulanık Küme Uzantıları

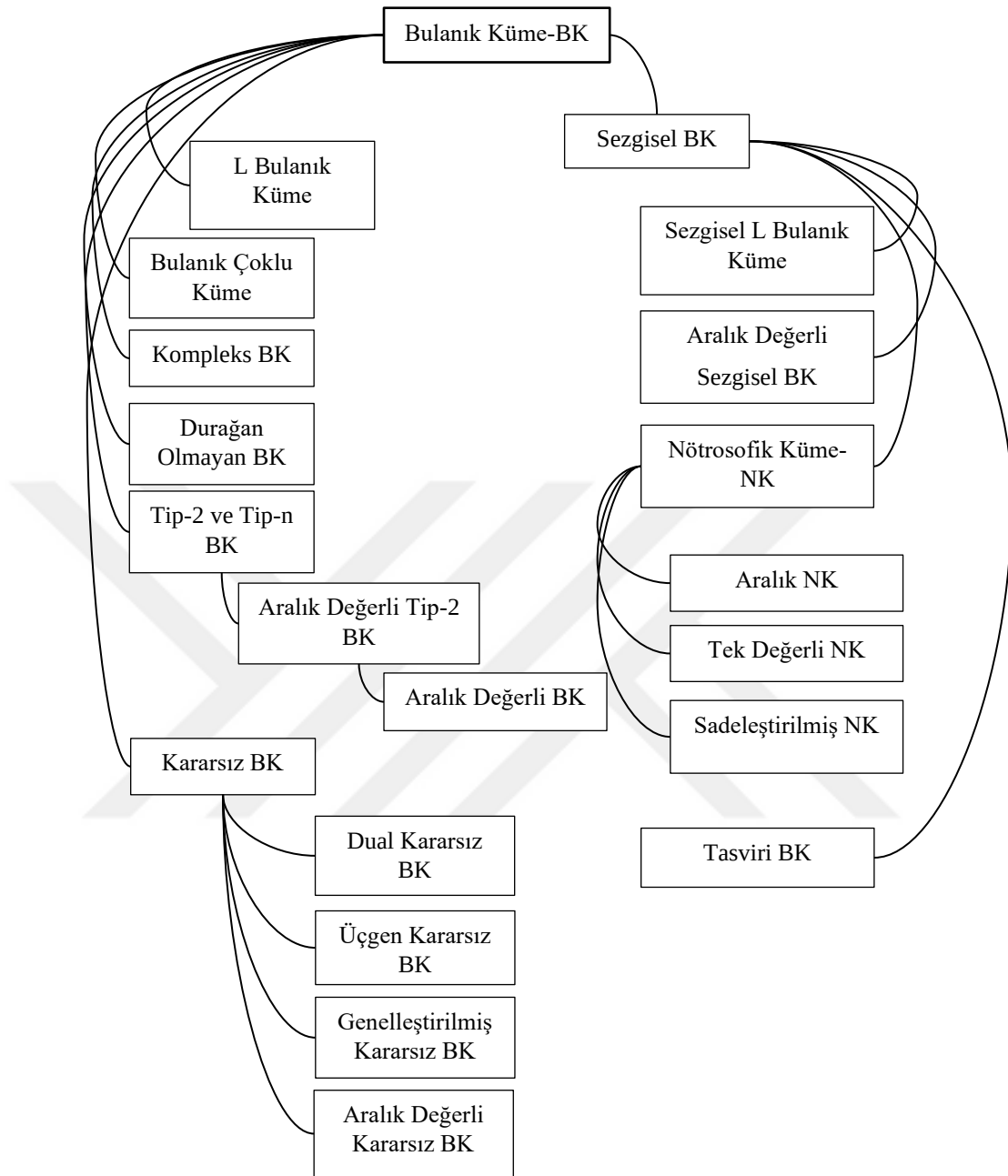
Problemlerin çözümünde modelleme aşaması çok önemlidir ve gerçeği yansıtmada gerekli detaylar atlanmamalıdır. Zadeh [25] bulanık küme kavramını literatüre kazandırdıktan sonra çeşitli araştırmacılar problemlerin modellemesinin daha doğru bir şekilde yapılabilmesi için bulanık küme kavramına dayanan çalışmalar ortaya koymuşlardır. Bu çalışmada literatüre kazandırılan geliştirilmiş bulanık küme tanımlarına bulanık küme uzantıları denilmektedir. Literatürde yer alan bazı bulanık küme uzantıları kronolojik sırayla Tablo 1.2’de sunulmuştur, Şekil 1.18’de ise aralarındaki ilişki gösterilmektedir.

Tablo 1.2. Bulanık küme uzantıları

Bulanık Küme Uzantısı	Yıl	Yazar
Bulanık Küme	1965	Zadeh [25]
L Bulanık Küme	1967	Goguen [36, 37]
Tip-2 ve Tip-n Bulanık Kümeler	1975	Zadeh [38, 39]

Aralık Değerli Bulanık Küme	1975	Jahn [29]; Zadeh [38]; GrattanGuiness [40]; Sambuc [41]
Sezgisel Bulanık Küme	1983	Atanassov [42]
Sezgisel L Bulanık Küme	1983	Atanassov [42, 43]
Bulanık Çanta (Bulanık Çoklu Küme)	1986	Yager [44, 45]
Aralık Değerli Sezgisel Bulanık Küme	1989	Atanassov ve Gargov [46]
Aralık Tip-2 Bulanık Küme	1999 (İlk kez bahsedildi) 2006(Tanımı yapıldı)	Karnik vd., Mendel vd. [41, 47,48]
Kompleks Bulanık Küme	2002	Ramot vd. [49, 50]
Nötrosofik Küme	2005	Smarandache [51]
Aralık Nötrosofik Küme	2005	Wang vd. [52]
Tek Değerli Nötrosofik Küme	2005	Wang vd. [53]
Durağan Olmayan Bulanık Kümeler	2008	Garibaldi vd. [54]

Kararsız Bulanık Küme	2010	Torra [55]
Dual Kararsız Bulanık Küme	2012	Zhu vd. [56]
Aralık Değerli Kararsız Bulanık Küme	2013	Chen vd. [57, 58]
Genelleştirilmiş Kararsız Bulanık Küme	2013	Qian vd. [58, 59]
Üçgen Kararsız Bulanık Kümeler	2013	Yu [58,60]
Tasviri Bulanık Kümeler	2013	Cuong ve Kreinovich [61]
Sadeleştirilmiş Nötrosofik Küme	2014	Ye [62,63]



Şekil 1.18. Bulanık küme uzantıları

Tez kapsamında bulanık küme uzantılarından sezgisel bulanık küme (SBK), nötrosofik küme (NK) ve tasviri bulanık küme (TBK) kullanılacaktır. Bu bulanık küme uzantıları karar verme problemlerinde karar vericilerin yargılarını ifade etme açısından diğer bulanık küme uzantılarına göre daha uygun olduğu için tercih edilmiştir. Ayrıca seçilen bu bulanık küme uzantıları arasında birbirlerine dönüşmelerini sağlayan ilişkilerin karşılaştırma yapılmasına olanak sağlaması sebebiyle tercih edilmiştir.

2. BÖLÜM

LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Tez kapsamında bulanık küme uzantıları ile birden fazla yetkili kişinin oluşturduğu karar verme grubunun herhangi bir konudaki alternatifleri çeşitli kriterlere göre değerlendirdiği çoklu kriter altında grupta karar verme problemi incelenmiştir. Yöntem olarak TOPSIS ve VIKOR yöntemleri seçilerek bu yöntemlerin bulanık küme ve uzantıları (SBK, NK ve TBK) ile uygulama çalışması yapılacaktır.

Literatür taramasında bulanık küme ve uzantıları ile yapılan çalışmalar incelenmiştir. Yapılacak olan uygulamanın kapsamı sebebiyle bu bölümde TOPSIS ve VIKOR metotlarının bulanık sayılar ve uzantılarıyla gerçekleştirilen grupta karar verme çalışmaları hakkında literatür özeti sunulmaktadır.

Bulanık TOPSIS yöntemi ile yapılan çalışmalar şunlardır:

Chen [64] TOPSIS yöntemini grupta karar verme için bulanık ortama uyarlamıştır. Her bir karar vericinin ağırlığının eşit kabul edildiği bu çalışmada mesafe hesabında Vertex metodunu kullanmışlardır. Önerdikleri yöntemin personel seçimi için uygulamasını yapmıştır.

Saghafian ve Hejazi [65], önerdikleri bulanık-TOPSIS prosedüründe mesafe hesabını kendi önerdikleri mesafe ölçüsünü kullanarak yapmışlardır. Önerdikleri yöntemi profesör seçimi için uygulamışlardır. TOPSIS prosedürünü ve gerekli hesaplamaları MATLAB 6.5'te kodlamışlardır.

Zhou ve Lu [66] bulanık analitik ağ süreci ve bulanık TOPSIS metoduna dayalı hibrit bir model önermiştir. Kriterlerin yerel ağırlıklarını bulanık tercih programlama ile kapsamlı ağırlıkları ise bulanık analitik ağ süreci ile belirlemişlerdir.

Fedrizzi ve Molinari [67] e-öğrenme yollarının değerlendirilmesi için bulanık TOPSIS yöntemi temelli bir model sunmuştur. Model mümkün olan en doğru sıralamayı elde etmek için bireyler arasındaki anlaşmazlığı en aza indirmeyi amaçlayan bir optimizasyon modelidir.

Sakib [68], bulanık TOPSIS yöntemi ve çoklu seçim amaç programlama ile bütçe, teslimat, talep ve tedarik kısıtlarını göz önünde bulundurarak seçilmiş kriterlerde performans sıralamasına göre her tedarikçiden alınacak ortak (itme ve çekme) tutarını belirlemiştir.

Latpate [69] önerdiği yöntemde bulanık TOPSIS yöntemi ile doğrusal problem programlamayı birleştirmiştir. Önerdiği yöntemi tedarikçi seçme probleminde uygulamasını yapmıştır. Tedarikçilerin yakınlık katsayısının belirlenmesi aşamasından sonra yakınlık katsayısı maksimize edilecek şekilde doğrusal programlama modeli kurarak seçilmiş tedarikçilerden optimum sipariş miktarını elde etmek için modeli çözmüşlerdir.

Qu vd. [70] önerdikleri bulanık-TOPSIS yönteminde kriter ağırlıklarını bulanık sayı olarak kullanmışlardır.

Basahel ve Taylan [71] çalışmalarında kriter ağırlıklarını bulanık AHP yöntemi ile bulanık sayı olarak belirledikten sonra bulanık-TOPSIS yöntemini uygulamıştır.

Wang vd. [72] bulanık sayılar ve TOPSIS metoduna dayanan bir hata ağacı analizi yapmıştır.

Chu [73] tesis yeri seçiminde, Çınar [74] banka şube yeri seçimi probleminde, Tekez ve Bark [75] mobilya sektöründe tedarikçi seçiminde, Kargı [76] tekstil şirketi için tedarikçi seçiminde, Başkaya ve Öztürk [77] bir fırının tedarikçi seçiminde grupla karar verme için bulanık TOPSIS yöntemini uygulamıştır.

Ecer [78] ile Başkaya ve Öztürk [79] satış elemanları adaylarının seçimi ve Akın [80] bir kamu üniversitesinde giriş sınavına davet edilecek araştırma görevlilerini belirlemek için bulanık TOPSIS yöntemini uygulamıştır.

Krohling ve Campanharo [81] bulanık TOPSIS yöntemine dayalı olarak önerdikleri grupla karar verme için bulanık TOPSIS yöntemini petrol sızıntısıyla mücadelede tepki alternatiflerini değerlendirmek için uygulamıştır.

Karimi vd. [82] grupla karar verme için bulanık TOPSIS yönteminin uygulamasını finansal risk değerlendirmede yapmışlardır.

Hatami-Marbini ve Kangi [83] konvansiyonel TOPSIS (C-TOPSIS), düzeltilmiş TOPSIS (A-TOPSIS) ve modifiye TOPSIS (M-TOPSIS) olmak üzere bulanık TOPSIS yönteminin üç versiyonunun önermiştir. Tahran Borsası'nda hisse senedi seçimi için önerdikleri yöntemleri uygulamışlardır.

Sezgisel bulanık TOPSIS yöntemi üzerine yapılan çalışmalar aşağıda listelenmiştir.

Robinson ve Amirtharaj [84] TOPSIS metodunu üçgen sezgisel bulanık kümelerle çok kriterli grupla karar verme için genişletmiştir. Üçgen sezgisel bulanık sayılar arasındaki korelasyon katsayısından faydalanmıştır.

Gautam vd. [85] bulanık TOPSIS metodunu sezgisel bulanık ortamda çok kriterli karar verme için genişletmiştir. Burada kullanılan üçgen sezgisel bulanık sayıların, üye olma ve üye olmama derecelerinin her biri üçgen bulanık sayıdan oluşmaktadır.

Boran vd. [86] otomobil şirketi için tedarikçi seçiminde grupla karar verme için önerdikleri sezgisel bulanık TOPSIS yöntemini uygulamışlardır. Karar vericilerden aldığı bireysel görüşleri birleştirmek için sezgisel bulanık ağırlıklı ortalama operatörünü kullanmışlardır.

Maldonado-Macías vd. [87] ergonomik uyumluluk özelliklerine ilişkin gelişmiş üretim teknolojisinin değerlendirilmesi için sezgisel bulanık ortam altında bulanık TOPSIS metodu sunmaktadır.

Sachdeva vd. [88] büyük veri projelerini yönetmede uygun bulut çözümünü seçmek için, Büyüközkan ve Güleriyüz [89] akıllı telefon seçimi için, Prakash vd. [90] heterojen kablosuz ağların seçimi için, Zulqarnain ve Dayan [91] bir otomotiv şirketi için en iyi alternatifin seçiminde, Bulgurcu [92] yeşil tedarik zinciri yönetimi için sezgisel bulanık TOPSIS yöntemi kullanmışlardır.

Solanki vd. [93] korelasyon katsayısına dayanan sezgisel bulanık TOPSIS yöntemi önermiştir. Önerdikleri yöntemi Boran vd. [86]'nin çalışmasında yer alan örnek için uygulamışlardır.

Zeng ve Xiao [94] önerdikleri sezgisel bulanık TOPSIS yöntemini yatırım seçiminde uygulamasını yapmıştır. Önerdikleri yöntemde sezgisel bulanık sıralı ağırlıklı ortalamalı ağırlıklı ortalama mesafesini (intuitionistic fuzzy ordered weighted averaging weighted averaging (IFOWAWA) distance) kullanmışlardır.

Yang vd. [95] önerdikleri yöntemi tedarikçi seçimi ve bir metro hattındaki resimlerin değerlendirilmesinde kullanmışlardır. Karar verici ağırlıklarını sezgisel bulanık TOPSIS yöntemi ile belirlemişlerdir.

Nötrosofik TOPSIS yöntemin ile ilgili çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Abdel-Basset vd. [96] her bir üyelik derecesini üçgen bulanık sayı formatında ifade edildiği sayılardan kısaca tip iki nötrosofik sayı olarak bahsederek, bu sayılar için TOPSIS yöntemini tanımlamıştır. Karar vericilerden görüşleri tanımladıkları dilsel değişkenler türünden alınmıştır ve gerekli işlemler dilsel değişkenlere karşılık gelen tip iki nötrosofik sayılar üzerinden yapılmıştır.

Şahin ve Yiğider [97] grupta karar verme için önerdikleri nötrosofik TOPSIS yöntemini tedarikçi seçim probleminde uygulamışlardır. Önerilen yöntemde kriter ağırlıkları karar vericiler tarafından belirlenmiştir ve tek değerli nötrosofik sayı ile ifade edilmiştir.

Pramanik vd. [98] grupta karar verme yöntemi için işlenmiş nötrosofik ortamda TOPSIS yöntemini önermişlerdir. Önerdikleri yöntemde karar verici ağırlıkları tek değerli nötrosofik sayılar iken her bir karar verici için nitelik ağırlıkları nötrosofik sayılardan oluşmaktadır.

Biswas vd. [99] TOPSIS yöntemini grupta karar verme problemlerini çözmek için tek değerli nötrosofik küme ortamına genişletmiştir. Karar verici ağırlıklarını Hamming mesafesine dayalı benzerlik ölçüsünü kullanarak belirlemişlerdir.

Nabeeh vd. [100] nötrosofik AHP yöntemi ile TOPSIS sürecini entegre eden bir yöntem önermiştir. Personel seçiminde önerdiği yöntemin uygulamasını yapmıştır.

Tez çalışması kapsamında yapılan literatür araştırması boyunca “grupla” çok kriterli karar verme için tasviri bulanık TOPSIS yöntemi ile yapılan çalışma bulunamaması sebebiyle aşağıda çok kriterli karar verme için tasviri bulanık TOPSIS yöntemi ile yapılan çalışmalardan bahsedilmiştir.

Thảo [101] alternatiflerin ve kriter ağırlıklarının karar verici tarafından dilsel değişkenlerle ifade edildiği bir tasviri bulanık TOPSIS metodu önermiştir.

Zeng vd. [102] dilsel tasviri bulanık TOPSIS tekniğinin genişletilmiş bir versiyonunu tanıtmış ve ardından kurumsal kaynak planlama sisteminde uygulamasını yapmıştır.

Buradan sonra bulanık sayılar ve uzantıları ile VIKOR metodu hakkındaki literatürden bahsedilmiştir. Bulanık VIKOR yöntemi üzerine yapılan çalışmalar şunlardır:

Sanayei vd. [103] çalışmalarında grup karar verme için bulanık VIKOR metodu önermiştir. Karar vericilerin görüşleri dilsel değişkenler üzerinden elde edilmiştir ve bu dilsel değişkenler üçgen ve yamuk bulanık sayılardan oluşmaktadır.

Alguliyev vd.’nin [104] çalışması bulanık VIKOR yöntemi önerisinde bulunan çalışmalardan birisidir. Kriter ağırlıklarını en kötü durum yöntemiyle belirlemişlerdir.

Mahmoudi vd. [105] çalışmasında sonucun yine bulanık bir sayı olacağı bir uzaklık ölçüsü kullanarak bulanık VIKOR metodu önermiştir. Alternatifleri sıralamak için tercih oran metodunu kullanmışlardır.

Wu vd. [106] bulanık VIKOR metoduna dayalı çok kriterli karar verme tekniği geliştirmişlerdir. Çalışmada bulanık dilsel yaklaşıma dayanan iki algoritma geliştirilip bu iki algoritma ve VIKOR metoduna dayanan genel çok kriterli grup karar verme çatısı önerilmiştir. Önerilen yöntem CNC makinesi seçimi için uygulanmıştır.

Çelikkilek [107] grup karar verme için karar verici ağırlıklarının dahil edildiği bir bulanık VIKOR yöntemi önermiştir. Kriter ağırlıkları da ölçek olmaksızın bulanık sayı olarak belirlendikten sonra net değere indirgenmiştir.

Akyüz [108] ambalaj tedarikçisi seçiminde, Samantra vd. [109] bilgisayar üretim endüstrisinde en uygun tedarikçiyi seçmek için, Yıldız [110] proje seçiminde, Türkmen ve Bildik [111] üniversite öğrencilerinin şehirler arası otobüs tercihlerini sıralamak için,

Yıldırım vd. [112] mobil işletim sistemlerinin değerlendirilmesinde bulanık VIKOR yöntemini uygulamıştır.

Lee vd. [113] çalışmalarında VIKOR metodunu veri bulanıklaştırma ile birleştiren bir grup karar verme çatısı sunmaktadır. Önerdikleri yöntemi mekânsal taşkın güvenlik açığını ölçmek için uygulamışlardır.

Ahmad vd. [114] bulanık küme teorisi ve bulanık dilsel VIKOR yöntemine dayalı çok kriterli grup karar verme tekniği sunmuştur ve netleştirme işleminin bireysel değerlendirmelerin birleştirilmesinden sonra veya ayırım ölçülerinin hesaplanmasından sonra gerçekleştirilebileceğini ifade etmişlerdir. Önerdikleri yöntemin uygulamasını tedarikçi seçiminde uygulamışlardır.

Gök Kısa ve Perçin [115] bulanık DEMATEL ile kriter ağırlıklarını elde ederek mermer kesme makineleri arasından en uygun alternatifi seçmek için bulanık VIKOR yöntemini uygulamıştır.

Belošević vd. [116] önerdikleri yöntemde kriter ağırlıklarını belirlemek için öznel ve nesnel ağırlıkları birleştirdikten sonra alternatifleri sıralamak için bulanık VIKOR yöntemini kullanmışlardır. Alt yapı projelerinin erken aşamalarda değerlendirilmesi için uygulamasını sunmuşlardır.

Sezgisel bulanık VIKOR yöntemi ile ilgili çalışmalar şunlardır:

Wan vd. [117] çalışmalarında VIKOR metodunu üçgen sezgisel bulanık sayılarla çok kriterli grup karar verme için genişletmiştir. Önerilen yöntemde işlemler karar vericilerin matrislerini tek bir matrise indirgedikten sonra, üçgen sezgisel bulanık sayıları net değerlere dönüştürülen değerler üzerinden yürütülmüştür. Niteliklerin ağırlıkları Shannon entropi ölçüsüyle ve karar vericilerin ağırlıkları karar teorisi ile Bayes yaklaşımı birleştirilerek elde edilmiştir.

Roostaei vd. [118] sezgisel bulanık sayılarla grup karar verme için genişletilmiş bir VIKOR yöntemi önermişlerdir. Önerdikleri yöntemde karar vericilerin ve kriterlerin ağırlıkları karar matrisleri kullanılarak hesaplanmıştır. Önerdikleri yöntemi tedarikçi seçme problemine uygulamışlardır.

Meysam vd. [119] önerdikleri sezgisel bulanık VIKOR yönteminde uzlaştırıcı çözümü elde edebilmek için sezgisel bulanık sıralama indeksini tanıtmışlardır. Portföy seçimi ve malzeme taşıma seçiminde önerdikleri yöntemin uygulamasını yaparak mevcut sezgisel bulanık çok kriterli grup karar verme metotlarıyla kıyaslama yapmıştır.

Gupta vd. [120] yamuk sezgisel bulanık sayılarla çok kriterli grup karar verme için VIKOR metoduna dayanan bir yöntem önermiştir. Önerdiği yöntem Shannon entropisi ve Bayes yaklaşımıyla kanıt teorisini birleştirmektedir. Tesis yeri seçimi için bir uygulamasını yapmışlardır.

Luo ve Wang [121] önerdikleri sezgisel bulanık VIKOR yönteminde karar verici ve niteliklerin ağırlıklarını sezgisel bulanık entropi kullanarak belirlemişlerdir. Yöntemin geçerliliğini kurumsal kaynak planlama ve sistemi ve malzeme taşıma seçimi problemlerinde uygulama yaparak göstermişlerdir.

Nötrosofik VIKOR yöntemi ile yapılan çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Wang vd. [122] çalışmalarında üçgen nötrosofik sayıları kullanarak çok kriterli karar verme için VIKOR metodunu genişletmişlerdir. Çalışmalarında kullandıkları nötrosofik sayıların her bir derecesi (yani doğruluk derecesi, belirsizlik derecesi ve yanlışlık derecesi) üçgen bulanık sayı formatındadır.

Abu-Faty vd. [123] tamamen bilinmeyen veya kısmen bilinen yapıdaki uygun kriter ağırlıklarını belirlemek için üç farklı metot önermektedir. Bu ağırlıkları ayrı ayrı nötrosofik TOPSIS ve nötrosofik VIKOR yöntemleri için uygulamışlardır.

Tasviri bulanık VIKOR yöntemi ile ilgili çalışmalar aşağıda sıralanmıştır.

Meksavang vd. [124] tasviri bulanık mesafe operatörleriyle klasik VIKOR yöntemini birleştirerek önerdiği yöntemi sürdürülebilir tedarikçi seçiminde uygulamıştır.

Wang vd. [125] tasviri bulanık normalize projeksiyon modeli ile tasviri bulanık ortamda VIKOR metodunu birleştirerek yeni bir yöntem önermiştir ve risk değerlendirmesinde bir uygulamasını sunmuştur.

Bu çalışma kapsamında yapılan literatür araştırması boyunca grupta karar verme için üçgen tasviri bulanık sayıların kullanıldığı TOPSIS ve VIKOR yöntemleri ile ilgili bir çalışma bulunamamıştır.

Literatür araştırması kapsamında yukarıda bahsedilen bulanık küme ve uzantılarıyla kullanılan TOPSIS ve VIKOR yöntemleri ile ilgili çalışmalar Tablo 2.1’de verilmiştir.

Tablo 2.1. BK ve uzantılarıyla kullanılan TOPSIS ve VIKOR çalışmaları

Yazar	Yıl	Yöntem	Bulanık Küme Uzantısı
Chen [64]	2000	TOPSIS	BK
Saghafian ve Hejazi [65]	2005	TOPSIS	BK
Zhou ve Lu [66]	2012	TOPSIS	BK
Fedrizzi ve Molinari [67]	2013	TOPSIS	BK
Sakib [68]	2014	TOPSIS	BK
Latpate [69]	2015	TOPSIS	BK
Qu vd. [70]	2016	TOPSIS	BK
Basahel ve Taylan [71]	2016	TOPSIS	BK
Wang vd. [72]	2017	TOPSIS	BK
Chu [73]	2002	TOPSIS	BK
Çınar [74]	2010	TOPSIS	BK
Tekez ve Bark [75]	2016	TOPSIS	BK
Kargı [76]	2016	TOPSIS	BK
Başkaya ve Öztürk [77]	2012	TOPSIS	BK
Ecer [78]	2007	TOPSIS	BK
Başkaya ve Öztürk [79]	2011	TOPSIS	BK
Akın [80]	2016	TOPSIS	BK
Krohling ve Campanharo [81]	2011	TOPSIS	BK
Karimi vd. [82]	2012	TOPSIS	BK
Hatami-Marbini ve Kangi [83]	2017	TOPSIS	BK
Robinson ve Amirtharaj [84]	2013	TOPSIS	SBK
Gautam vd. [85]	2016	TOPSIS	SBK
Boran vd. [86]	2009	TOPSIS	SBK
Maldonado-Macías vd. [87]	2014	TOPSIS	SBK

Sachdeva vd. [88]	2016	TOPSIS	SBK
Büyüközkan ve Güleriyüz [89]	2016	TOPSIS	SBK
Prakash vd. [90]	2016	TOPSIS	SBK
Zulqarnain ve Dayan [91]	2017	TOPSIS	SBK
Bulgurcu [92]	2018	TOPSIS	SBK
Solanki vd. [93]	2016	TOPSIS	SBK
Zeng ve Xiao [94]	2016	TOPSIS	SBK
Yang vd. [95]	2017	TOPSIS	SBK
Abdel-Basset vd. [96]	2019	TOPSIS	NK
Şahin ve Yiğider [97]	2016	TOPSIS	NK
Pramanik vd. [98]	2016	TOPSIS	NK
Biswas vd. [99]	2019	TOPSIS	NK
Nabeeh vd. [100]	2019	TOPSIS	NK
Thảo [101] *	2018	TOPSIS	TBK
Zeng vd. [102] *	2019	TOPSIS	TBK
Sanayei vd. [103]	2010	VIKOR	BK
Alguliyev vd. [104]	2015	VIKOR	BK
Mahmoudi vd. [105]	2015	VIKOR	BK
Wu vd. [106]	2016	VIKOR	BK
Çelikkilek [107]	2018	VIKOR	BK
Akyüz [108]	2012	VIKOR	BK
Samantra vd. [109]	2012	VIKOR	BK
Yıldız [110]	2014	VIKOR	BK
Türkmen ve Bildik [111]	2015	VIKOR	BK
Yıldırım vd. [112]	2016	VIKOR	BK
Lee vd. [113]	2015	VIKOR	BK
Ahmad vd. [114]	2015	VIKOR	BK
Gök Kısa ve Perçin [115]	2017	VIKOR	BK
Belošević vd. [116]	2018	VIKOR	BK
Wan vd. [117]	2013	VIKOR	SBK
Roostaei vd. [118]	2012	VIKOR	SBK
Meysam vd. [119]	2016	VIKOR	SBK

Gupta vd. [120]	2016	VIKOR	SBK
Luo ve Wang [121]	2017	VIKOR	SBK
Wang vd. [122]	2018	VIKOR	NK
Abu-Faty vd. [123]	2019	VIKOR	NK
Meksavang vd. [124]	2019	VIKOR	TBK
Wang vd. [125]	2017	VIKOR	TBK

* Bu çalışma kapsamında yapılan literatür araştırması boyunca “grupla” çok kriterli karar verme için tasviri bulanık sayıların kullanıldığı TOPSIS yöntemi ile ilgili çalışma bulunamamıştır. Bu sebeple çok kriterli karar verme için tasviri bulanık sayıların kullanıldığı TOPSIS yöntemi ile ilgili çalışmalardan bahsedilmiştir.

2.1. Araştırmanın Amacı

Tez çalışmasında bulanık küme uzantılarının gerçek veriler üzerinde yapılacak bir çalışma ile karşılaştırmalı analizinin yapılması ve belirsizliğin ifadesinde ne derece etkili olduklarının araştırılması amaçlanmıştır.

2.2. Araştırmanın Önemi

Belirsizliğin daha iyi ifade edilebilmesi gerçeğe daha yakın çözüm elde edilmesine yardımcı olacaktır. Bu tez çalışması karar problemlerinde karşılaşılan belirsizliğin ele alınmasında bulanık küme uzantılarının kullanılmasının gerekliliğini ortaya koyacağı için önemli bir çalışmadır.

3. BÖLÜM

BULANIK KÜME UZANTILARI TANIMI, BİRLEŞTİRME OPERATÖRLERİ VE MESAFE HESAPLARI

Bu bölümde her bir bulanık küme ve uzantılarının tanımlarından sonra kendi aralarında birleştirilmesinde kullanılan formüller verilmiştir. Daha sonra bulanık küme ve uzantılarının aralarındaki mesafeyi hesaplamak için literatürde yer alan bazı mesafe ölçülerinden bahsedilmiştir.

3.1. Bulanık Küme

Tanım 1 (Bulanık Küme-Fuzzy Set): $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ sonlu bir uzay olsun ve $\tilde{A} \subset X$ olsun. $\tilde{A}$ bulanık kümesi

$$\tilde{A} = \{(x_i, \mu_{\tilde{A}}(x_i)) : \mu_{\tilde{A}}(x_i) \in [0,1]; \forall x_i \in X\}$$

olarak tanımlanmaktadır ve $\mu_{\tilde{A}}: X \rightarrow [0,1]$ $\tilde{A}$ 'nın üyelik fonksiyonudur. $\mu_{\tilde{A}}(x_i)$ sayısı, $x_i \in X$ 'nin $\tilde{A}$ 'ya olan üyeliğini göstermektedir. x elemanlarının üyelik derecesi olduğu gibi üye olmama derecesi de vardır ve $\nu_{\tilde{A}}$ ile gösterilmektedir. Üyelik ve üye olmama derecesi $\mu_{\tilde{A}}(x) + \nu_{\tilde{A}}(x) = 1$ koşulunu sağlamaktadır. [25,126]

3.1.1. Bulanık Kümelerde Birleştirme Operatörleri

$\tilde{x}_i = [\mu_{\tilde{x}_i}, \nu_{\tilde{x}_i}]$ bulanık değerlerin bir koleksiyonu olmak üzere, ($i = 1, 2, \dots, n$),

Bulanık Ağırlıklı Birleştirme Operatörü (BABO) (Fuzzy Weighted Aggregation Operator (FWAO)): [127]

$$BABO_w(\tilde{x}_1, \dots, \tilde{x}_n) = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - \mu_{\tilde{x}_i})^{w_i} \quad (1)$$

Bulanık Ağırlıklı Geometrik Birleştirme Operatörü (BAGBO) (Fuzzy Weighted Geometric Aggregation Operator (FWGAO)): [128]

$$BAGBO_w(\tilde{x}_1, \dots, \tilde{x}_n) = \prod_{i=1}^n \mu_{\tilde{x}_i}^{w_i} \quad (2)$$

Burada $w = (w_1, \dots, w_n)^T$, $\tilde{x}_i$ 'nin ağırlık vektörüdür ve $w_i \in [0,1]$, $\sum_{i=1}^n w_i = 1$.

3.1.2. Bulanık Kümelerde Mesafe Hesabı

$\tilde{A}$ ve $\tilde{B}$, $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 'te tanımlı iki bulanık küme olmak üzere en sık kullanılan mesafe ölçüleri şunlardır: [129]

Hamming mesafesi:

$$d(\tilde{A}, \tilde{B}) = \sum_{i=1}^n |\mu_{\tilde{A}}(x_i) - \mu_{\tilde{B}}(x_i)| \quad (3)$$

Normalize Hamming mesafesi:

$$d(\tilde{A}, \tilde{B}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |\mu_{\tilde{A}}(x_i) - \mu_{\tilde{B}}(x_i)| \quad (4)$$

Öklid mesafesi:

$$d(\tilde{A}, \tilde{B}) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\mu_{\tilde{A}}(x_i) - \mu_{\tilde{B}}(x_i))^2} \quad (5)$$

Normalize Öklid mesafesi:

$$d(\tilde{A}, \tilde{B}) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\mu_{\tilde{A}}(x_i) - \mu_{\tilde{B}}(x_i))^2} \quad (6)$$

3.1.3. Üçgen Bulanık Sayı

Bir üçgen bulanık sayı $\tilde{A}$, (l, m, u) üçlüsüyle tanımlanmaktadır; l ile u değerleri sırasıyla alt ve üst sınırları, m değeri ise en olası değeri ifade etmektedir. $\tilde{A}$ üçgen bulanık sayısının üyelik fonksiyonu aşağıdaki gibi ifade edilmektedir: [33]

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{x-l}{m-l}, & l \leq x \leq m \\ \frac{u-x}{u-m}, & m \leq x \leq u \\ 0, & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$

$\tilde{A}$ üçgen bulanık sayısının fonksiyon grafiği ise Şekil 1.7’de gösterilmiştir [33].

$\tilde{A} = (l, m, u)$ ve $\tilde{B} = (a, b, c)$ iki bulanık sayı olmak üzere aralarındaki aritmetik işlemler aşağıdaki gibi yapılmaktadır [32]:

$$\tilde{A} + \tilde{B} = (l + a, m + b, u + c)$$

$$\tilde{A} - \tilde{B} = (l - c, m - b, u - a)$$

$$\tilde{A} \times \tilde{B} = (\min(l \cdot a, l \cdot c, u \cdot a, u \cdot c), m \cdot b, \max(l \cdot a, l \cdot c, u \cdot a, u \cdot c))$$

$$\tilde{A} / \tilde{B} = (\min(l / a, l / c, u / a, u / c), m / b, \max(l / a, l / c, u / a, u / c))$$

3.1.3.1. Üçgen Bulanık Sayılarda Birleştirme Operatörleri

($i = 1, 2, \dots, n$) için $\tilde{x}_i = (l_i, m_i, u_i)$, X kümesi üzerinde üçgen bulanık sayıların bir yığını olsun.

Üçgen Bulanık Ağırlıklı Birleştirme Operatörü (ÜBABO) (Triangular Fuzzy Weighted Aggregation Operator (TFWAO)): [130]

$\tilde{U}BABO: \tilde{P}([0,1])^n \rightarrow \tilde{P}([0,1])$ olmak üzere

$$\tilde{U}BABO_w(\tilde{x}_1, \dots, \tilde{x}_n) = \sum_{i=1}^n w_i \tilde{x}_i = (\sum_{i=1}^n w_i l_i, \sum_{i=1}^n w_i m_i, \sum_{i=1}^n w_i u_i) \quad (7)$$

Burada $w = (w_1, \dots, w_n)^T$, $\tilde{x}_i$ ’nin ağırlık vektörüdür ve $w_i \in [0,1]$, $\sum_{i=1}^n w_i = 1$.

Genelleştirilmiş Üçgen Bulanık Ağırlıklı Birleştirme Operatörü (GÜBABO) (Generalized Triangular Fuzzy Weighted Aggregation Operator (GTFWAO)): [130]

$G\tilde{U}BABO: \tilde{P}([0,1])^n \rightarrow \tilde{P}([0,1])$ olmak üzere

$$G\tilde{U}BABO_w(\tilde{x}_1, \dots, \tilde{x}_n) = \left(\sum_{i=1}^n w_i \tilde{x}_i^\lambda \right)^{1/\lambda} \quad (8)$$

Burada $w = (w_1, \dots, w_n)^T$, $\tilde{x}_i$ 'nin ağırlık vektörüdür, $w_i \in [0,1]$, $\sum_{i=1}^n w_i = 1$ ve $\lambda > 0$ bir parametredir.

$\lambda = 1$ ise ÜBABO operatörü elde edilmektedir. $\lambda = 2$ ise Üçgen Bulanık Ağırlıklı Kuadratik Operatör (ÜBAKO) (Triangular Fuzzy Weighted Quadratic Operator (TFWQO)) elde edilmektedir.

Üçgen Bulanık Ağırlıklı Geometrik Birleştirme Operatörü (ÜBAGBO) (Triangular Fuzzy Weighted Geometric Aggregation Operator (TFWGAO)): [130]

$\tilde{U}BAGBO: \tilde{P}([0,1])^n \rightarrow \tilde{P}([0,1])$ olmak üzere

$$\tilde{U}BAGBO_w(\tilde{x}_1, \dots, \tilde{x}_n) = \prod_{i=1}^n \tilde{x}_i^{w_i} = (\prod_{i=1}^n l_i^{w_i}, \prod_{i=1}^n m_i^{w_i}, \prod_{i=1}^n u_i^{w_i}) \quad (9)$$

Burada $w = (w_1, \dots, w_n)^T$, $\tilde{x}_i$ 'nin ağırlık vektörüdür ve $w_i \in [0,1]$, $\sum_{i=1}^n w_i = 1$.

3.1.3.2. Üçgen Bulanık Sayılarda Mesafe Hesabı

$\tilde{x}_1 = (l, m, u)$ ve $\tilde{x}_2 = (a, b, c)$ iki üçgen bulanık sayı olmak üzere $\tilde{x}_1$ ile $\tilde{x}_2$ arasındaki mesafe hesabı için literatürdeki bazı mesafe ölçüleri aşağıda sıralanmıştır.

[64] çalışmasına göre $\tilde{x}_1$ ile $\tilde{x}_2$ arasındaki mesafe hesabı:

$$d(\tilde{x}_1, \tilde{x}_2) = \sqrt{\frac{1}{3}[(l-a)^2 + (m-b)^2 + (u-c)^2]} \quad (10)$$

[131] çalışmasına göre $\tilde{x}_1$ ile $\tilde{x}_2$ arasındaki mesafe hesabı:

$$\begin{aligned} d(\tilde{x}_1, \tilde{x}_2) = & (m-b)^2 + \frac{1}{2}(m-b)[(u+l)-(c+a)] + \frac{1}{9}[(u-m)^2 + (m-l)^2 + \\ & (c-b)^2 + (b-m)^2] - \frac{1}{9}[(m-l)(u-m) + (b-a)(c-b)] + \frac{1}{6}(2m-l-u)(2b- \\ & a-c) \end{aligned} \quad (11)$$

[132] çalışmasına göre $\tilde{x}_1$ ile $\tilde{x}_2$ arasındaki mesafe hesabı:

$$s(\tilde{x}_2, \tilde{x}_1) = \frac{(a+2b+c)-(l+2m+u)}{4} \quad (12)$$

[133] çalışmasına göre $\tilde{x}_1$ ile $\tilde{x}_2$ arasındaki mesafe hesabı (Hamming mesafesi):

$$d(\tilde{x}_1, \tilde{x}_2) = \frac{1}{3}(|l - a| + |m - b| + |u - c|) \quad (13)$$

[134] çalışmasına göre $\tilde{x}_1$ ile $\tilde{x}_2$ arasındaki mesafe hesabı:

$$d(\tilde{x}_1, \tilde{x}_2) = \frac{1}{4}(|l - a| + 2|m - b| + |u - c|) \quad (14)$$

3.2. Sezgisel Bulanık Küme

Tanım 2 (Sezgisel bulanık küme-Intuitionistic Fuzzy Set): $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, sonlu bir uzay olsun ve $A \subset X$ olsun, sezgisel bulanık küme

$$A = \{(x_i, \mu_A(x_i), v_A(x_i)) : \forall x_i \in X\}$$

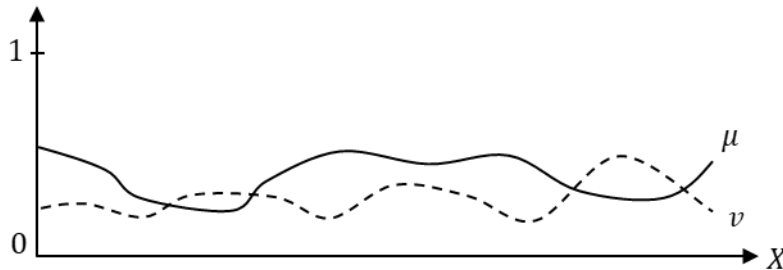
ile verilmektedir. Burada $\mu_A: X \rightarrow [0,1]$ $x_i \in X$ 'nin, A 'ya üyelik derecesi; $v_A(x): X \rightarrow [0,1]$ $x_i \in X$ 'nin, A 'ya üye olmama derecesidir ve $0 \leq \mu_A(x_i) + v_A(x_i) \leq 1$, $\forall x_i \in X$ koşulunu sağlamaktadır. X 'teki bir SBK A için bir $x_i \in X$ elemanının sezgisel indeksi (veya kararsızlık derecesi)

$$\pi_A(x_i) = 1 - \mu_A(x_i) - v_A(x_i)$$

ile ifade edilmektedir. Bulanık kümeler SBK notasyonu kullanılarak aşağıdaki gibi gösterilmektedir:

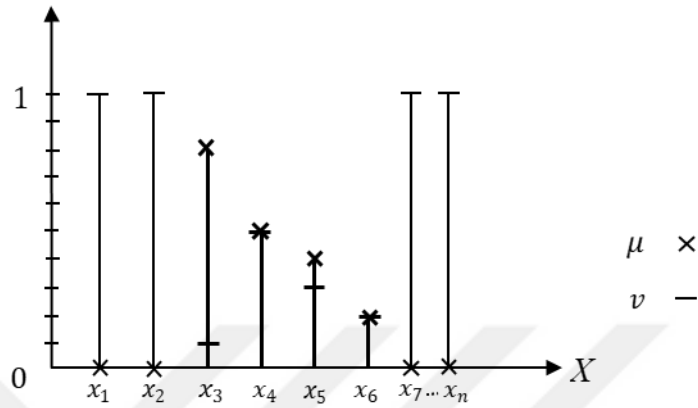
$$A = \{(x_i, \mu_A(x_i), 1 - \mu_A(x_i)) : x_i \in X\}, \forall x_i \in X, \text{ burada } \pi_A(x_i) = 0 \text{ 'dır. [126]}$$

Sezgisel bulanık kümelerin üyelik fonksiyonu grafiğinin çizilmesinde üye olma derecesi ve üye olmama derecesi dikkate alınmaktadır. Yaygın bir gösterimi Şekil 3.1'de verilmiştir [135].



Şekil 3.1. Sezgisel bulanık kümelerin grafiksel gösterimi

Şekil 3.1’de verilen gösterim X uzayı sürekli ise doğru olacaktır. Eğer X kesikli bir uzay ise kesikli sezgisel bulanık küme $A \subset X$ için aşağıdaki Şekil 3.2’deki gibi bir gösterim bu çalışmada önerilmektedir. ($A = \{x_3, x_4, x_5, x_6\}$ olduğu varsayalım)



Şekil 3.2. Kesikli sezgisel bulanık küme grafiği

Sonlu bir $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ uzayında, $A \subset X$ ve $B \subset X$ olmak üzere, $A = \{(x_i, \mu_A(x_i), v_A(x_i), \pi_A(x_i)) : \forall x_i \in X\}$ ve $B = \{(x_i, \mu_B(x_i), v_B(x_i), \pi_B(x_i)) : \forall x_i \in X\}$ ile temsil edilen iki sezgisel bulanık küme arasındaki aritmetik işlemler aşağıdaki gibi yapılmaktadır [136]. $\lambda > 0$

$$A \cdot B = \{(x, \mu_A(x) \cdot \mu_B(x), v_A(x) + v_B(x) - v_A(x) \cdot v_B(x)) | x \in X\}$$

$$A + B = \{(x, \mu_A(x) + \mu_B(x) - \mu_A(x) \cdot \mu_B(x), v_A(x) \cdot v_B(x)) | x \in X\}$$

$$\lambda A = \left\{ \left(x, 1 - (1 - \mu_A(x))^\lambda, (v_A(x))^\lambda \right) \mid x \in X \right\}$$

$$(A)^\lambda = \left\{ \left(x, (\mu_A(x))^\lambda, 1 - (1 - v_A(x))^\lambda \right) \mid x \in X \right\}$$

3.2.1. Sezgisel Bulanık Kümelerde Birleştirme Operatörleri

$\tilde{x}_i = [\mu_{\tilde{x}_i}, v_{\tilde{x}_i}]$ sezgisel bulanık değerlerin bir koleksiyonu olmak üzere, ($i = 1, 2, \dots, n$), Sezgisel Bulanık Ağırlıklı Birleştirme Operatörü (SBABO) (Intuitionistic Fuzzy Weighted Aggregation Operator (IFWAO)): [127]

$$SBABO_w(\tilde{x}_1, \dots, \tilde{x}_n) = (1 - \prod_{i=1}^n (1 - \mu_{\tilde{x}_i})^{w_i}, \prod_{i=1}^n v_{\tilde{x}_i}^{w_i}) \quad (15)$$

Sezgisel Bulanık Ağırlıklı Geometrik Birleştirme Operatörü (SBAGBO) (Intuitionistic Fuzzy Weighted Geometric Aggregation Operator (IFWGAO)): [128]

$$SBAGBO_w(\tilde{x}_1, \dots, \tilde{x}_n) = \left(\prod_{i=1}^n \mu_{\tilde{x}_i}^{w_i}, 1 - \prod_{i=1}^n (1 - v_{\tilde{x}_i})^{w_i} \right) \quad (16)$$

Burada $w = (w_1, \dots, w_n)^T$, $\tilde{x}_i$ 'nin ağırlık vektörüdür ve $w_i \in [0,1]$, $\sum_{i=1}^n w_i = 1$.

3.2.2. Sezgisel Bulanık Kümelerde Mesafe Hesabı

$\tilde{A}$ ve $\tilde{B}$, $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 'te tanımlı iki sezgisel bulanık küme olmak üzere en sık kullanılan mesafe ölçüleri şunlardır: [129]

Hamming mesafesi:

$$d(\tilde{A}, \tilde{B}) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (|\mu_{\tilde{A}}(x_i) - \mu_{\tilde{B}}(x_i)| + |\pi_{\tilde{A}}(x_i) - \pi_{\tilde{B}}(x_i)| + |v_{\tilde{A}}(x_i) - v_{\tilde{B}}(x_i)|) \quad (17)$$

Normalize Hamming mesafesi:

$$d(\tilde{A}, \tilde{B}) = \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n (|\mu_{\tilde{A}}(x_i) - \mu_{\tilde{B}}(x_i)| + |\pi_{\tilde{A}}(x_i) - \pi_{\tilde{B}}(x_i)| + |v_{\tilde{A}}(x_i) - v_{\tilde{B}}(x_i)|) \quad (18)$$

Öklid mesafesi:

$$d(\tilde{A}, \tilde{B}) = \sqrt{\frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \left((\mu_{\tilde{A}}(x_i) - \mu_{\tilde{B}}(x_i))^2 + (\pi_{\tilde{A}}(x_i) - \pi_{\tilde{B}}(x_i))^2 + (v_{\tilde{A}}(x_i) - v_{\tilde{B}}(x_i))^2 \right)} \quad (19)$$

Normalize Öklid mesafesi:

$$d(\tilde{A}, \tilde{B}) = \sqrt{\frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n \left((\mu_{\tilde{A}}(x_i) - \mu_{\tilde{B}}(x_i))^2 + (\pi_{\tilde{A}}(x_i) - \pi_{\tilde{B}}(x_i))^2 + (v_{\tilde{A}}(x_i) - v_{\tilde{B}}(x_i))^2 \right)} \quad (20)$$

3.2.3. Üçgen Sezgisel Bulanık Sayı

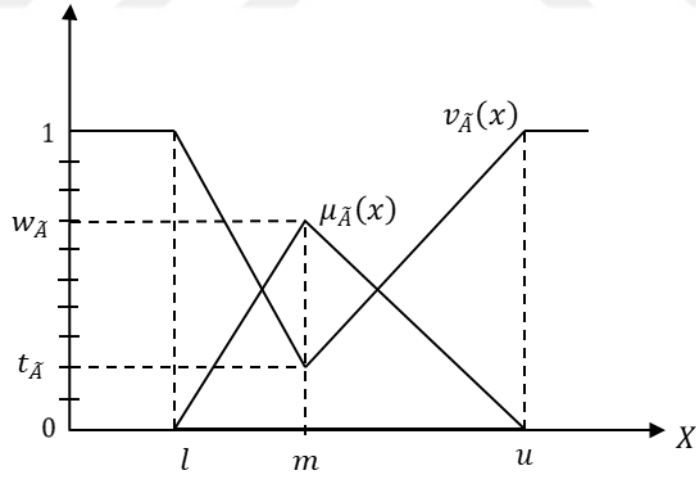
Bir üçgen sezgisel bulanık sayı $\tilde{A} = \langle (l, m, u); \mu_{\tilde{A}}, v_{\tilde{A}} \rangle$ olarak gösterilmektedir. Burada $\mu_{\tilde{A}}$ üyelik derecesinin maksimum değerini, $v_{\tilde{A}}$ üye olmama derecesinin minimum değerini temsil etmektedir ve $0 \leq \mu_{\tilde{A}} \leq 1$, $0 \leq v_{\tilde{A}} \leq 1$ ve $0 \leq \mu_{\tilde{A}} + v_{\tilde{A}} \leq 1$. $\tilde{A}$ sayısının üye olma ve üye olmama fonksiyonları aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır [137]:

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{(x-l)w_{\tilde{A}}}{m-l}, & l \leq x < m \\ w_{\tilde{A}}, & x = m \\ \frac{(u-x)w_{\tilde{A}}}{u-m}, & m < x \leq u \\ 0, & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$

$$v_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{m-x+t_{\tilde{A}}(x-l)}{m-l}, & l \leq x < m \\ t_{\tilde{A}}, & x = m \\ \frac{x-m+t_{\tilde{A}}(u-x)}{u-m}, & m < x \leq u \\ 1, & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$

Eğer $w_{\tilde{A}} = 1$ ve $t_{\tilde{A}} = 0$ ise her $x \in R$ için $\mu_{\tilde{A}}(x) + v_{\tilde{A}}(x) = 1$ 'dir. Bu durumda $\tilde{A} = \langle (l, m, u); \mu_{\tilde{A}}, v_{\tilde{A}} \rangle$ üçgen sezgisel bulanık sayısı $\tilde{A} = \langle (l, m, u); 1, 0 \rangle$ olarak ifade edilir ve üçgen bulanık sayıya dönüşmüş olur. [137]

$\tilde{A}$ üçgen sezgisel bulanık sayısının fonksiyon grafiği ise Şekil 3.3'te gösterilmektedir [137].



Şekil 3.3. Bir üçgen sezgisel bulanık sayısı $\tilde{A}$

Eğer üçgen sezgisel bulanık sayıda $0 \leq l$ ve l, m ile u değerlerinden herhangi biri sıfıra eşit değilse $\tilde{A} = \langle (l, m, u); \mu_{\tilde{A}}, v_{\tilde{A}} \rangle$ pozitif sezgisel üçgen bulanık sayı olarak adlandırılmaktadır ve $\tilde{A} > 0$ olarak gösterilmektedir [137].

$\tilde{A} = ((l, m, u); \mu_{\tilde{A}}, v_{\tilde{A}})$ ile $\tilde{B} = ((a, b, c); \mu_{\tilde{B}}, v_{\tilde{B}})$ iki üçgen sezgisel bulanık sayı ($\tilde{A} > 0$ ve $\tilde{B} > 0$) ve λ bir reel sayı olmak üzere aritmetik işlemler aşağıdaki gibi gerçekleştirilmektedir [137, 138]:

$$\tilde{A} + \tilde{B} = ((l + a, m + b, u + c); \min(\mu_{\tilde{A}}, \mu_{\tilde{B}}), \max(v_{\tilde{A}}, v_{\tilde{B}}))$$

$$\tilde{A} - \tilde{B} = ((l - c, m - b, u - a); \min(\mu_{\tilde{A}}, \mu_{\tilde{B}}), \max(v_{\tilde{A}}, v_{\tilde{B}}))$$

$$\tilde{A} \times \tilde{B} = ((l \cdot a, m \cdot b, u \cdot c); \min(\mu_{\tilde{A}}, \mu_{\tilde{B}}), \max(v_{\tilde{A}}, v_{\tilde{B}}))$$

$$\frac{\tilde{A}}{\tilde{B}} = \left(\left(\frac{l}{c}, \frac{m}{b}, \frac{u}{a} \right); \min(\mu_{\tilde{A}}, \mu_{\tilde{B}}), \max(v_{\tilde{A}}, v_{\tilde{B}}) \right)$$

$$\lambda \tilde{A} = ((\lambda \cdot l, \lambda \cdot m, \lambda \cdot u); \mu_{\tilde{A}}, v_{\tilde{A}})$$

$$\tilde{A}^\lambda = ((l^\lambda, m^\lambda, u^\lambda); \mu_{\tilde{A}}, v_{\tilde{A}})$$

$$\frac{1}{\tilde{A}} = \left(\left(\frac{1}{u}, \frac{1}{m}, \frac{1}{l} \right); \mu_{\tilde{A}}, v_{\tilde{A}} \right)$$

3.2.3.1. Üçgen Sezgisel Bulanık Sayılarda Birleştirme Operatörleri

($i = 1, 2, \dots, n$) için $\tilde{x}_i = ((l_i, m_i, u_i); \mu_{\tilde{x}_i}, v_{\tilde{x}_i})$, X kümesi üzerinde üçgen sezgisel bulanık sayıların bir yığını olsun. Ω , bütün üçgen sezgisel bulanık sayıların kümesini temsil etmektedir.

Üçgen Sezgisel Bulanık Ağırlıklı Birleştirme Operatörü (ÜSBABO) (Triangular Intuitionistic Fuzzy Weighted Aggregation Operator (TIFWAO)): [117]

$\tilde{U}SBABO: \Omega^n \rightarrow \Omega$ olmak üzere

$$\begin{aligned} \tilde{U}SBABO_w(\tilde{x}_1, \dots, \tilde{x}_n) &= \sum_{i=1}^n w_i \tilde{x}_i = \\ &\left(\left(\sum_{i=1}^n w_i l_i, \sum_{i=1}^n w_i m_i, \sum_{i=1}^n w_i u_i \right); \min_{i=1, \dots, n} \mu_{\tilde{x}_i}, \max_{i=1, \dots, n} v_{\tilde{x}_i} \right) \end{aligned} \quad (21)$$

Üçgen Sezgisel Bulanık Ağırlıklı Geometrik Birleştirme Operatörü (ÜSBAGBO) (Triangular Intuitionistic Fuzzy Weighted Geometric Aggregation Operator (TIFWGAO)): [139]

$\dot{U}SBAGBO: \Omega^n \rightarrow \Omega$ olmak üzere

$$\dot{U}SBAGBO_w(\tilde{x}_1, \dots, \tilde{x}_n) = \prod_{i=1}^n (\tilde{x}_i)^{w_i} = \left((\prod_{i=1}^n (l_i)^{w_i}, \prod_{i=1}^n (m_i)^{w_i}, \prod_{i=1}^n (u_i)^{w_i}); \min_{i=1, \dots, n} \mu_{\tilde{x}_i}, \max_{i=1, \dots, n} v_{\tilde{x}_i} \right) \quad (22)$$

Burada $w = (w_1, \dots, w_n)^T$, $\tilde{x}_i$ 'nin ağırlık vektörüdür ve $w_i \in [0,1]$, $\sum_{i=1}^n w_i = 1$ ($i = 1, 2, \dots, n$) olduğunda üçgen sezgisel bulanık sıralı geometrik operatör olarak anılmaktadır.

3.2.3.2. Üçgen Sezgisel Bulanık Sayılarda Mesafe Hesabı

$\tilde{x}_1 = ((l, m, u); \mu_{\tilde{x}_1}, v_{\tilde{x}_1})$ ve $\tilde{x}_2 = ((a, b, c); \mu_{\tilde{x}_2}, v_{\tilde{x}_2})$ iki üçgen sezgisel bulanık sayı olmak üzere $\tilde{x}_1$ ile $\tilde{x}_2$ arasındaki normalize Hamming mesafesi aşağıdaki denklem ile tanımlanmaktadır [140]:

$$d(\tilde{x}_1, \tilde{x}_2) = \frac{1}{6} (|(1 + \mu_{\tilde{x}_1} - v_{\tilde{x}_1})l - (1 + \mu_{\tilde{x}_2} - v_{\tilde{x}_2})a| + |(1 + \mu_{\tilde{x}_1} - v_{\tilde{x}_1})m - (1 + \mu_{\tilde{x}_2} - v_{\tilde{x}_2})b| + |(1 + \mu_{\tilde{x}_1} - v_{\tilde{x}_1})u - (1 + \mu_{\tilde{x}_2} - v_{\tilde{x}_2})c|) \quad (23)$$

Hamming mesafesi aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır [141]:

$$d(\tilde{x}_1, \tilde{x}_2) = \frac{1}{3} (|l - a| + |m - b| + |u - c|) + \max(|\mu_{\tilde{x}_1} - \mu_{\tilde{x}_2}|, |v_{\tilde{x}_1} - v_{\tilde{x}_2}|) \quad (24)$$

$\tilde{x}_1 = ((l, m, u); \mu_{\tilde{x}_1}, v_{\tilde{x}_1})$ ve $\tilde{x}_2 = ((a, b, c); \mu_{\tilde{x}_2}, v_{\tilde{x}_2})$ iki üçgen sezgisel bulanık sayı olmak üzere $\tilde{x}_1$ ile $\tilde{x}_2$ arasındaki Hamming mesafesi aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır [133]:

$$d(\tilde{x}_1, \tilde{x}_2) = \frac{1}{6} (|\mu_{\tilde{x}_1}l - \mu_{\tilde{x}_2}a| + |\mu_{\tilde{x}_1}m - \mu_{\tilde{x}_2}b| + |\mu_{\tilde{x}_1}u - \mu_{\tilde{x}_2}c| + |v_{\tilde{x}_1}l - v_{\tilde{x}_2}a| + |v_{\tilde{x}_1}m - v_{\tilde{x}_2}b| + |v_{\tilde{x}_1}u - v_{\tilde{x}_2}c| + |l - a| + |m - b| + |u - c|) \quad (25)$$

$\tilde{x}_1 = ((l, m, u); \mu_{\tilde{x}_1}, v_{\tilde{x}_1})$ ve $\tilde{x}_2 = ((a, b, c); \mu_{\tilde{x}_2}, v_{\tilde{x}_2})$ iki üçgen sezgisel bulanık sayı olmak üzere $\tilde{x}_1$ ile $\tilde{x}_2$ arasındaki mesafe aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır [134]:

$$d(\tilde{x}_1, \tilde{x}_2) = \frac{1}{8} (|\mu_{\tilde{x}_1} l - \mu_{\tilde{x}_2} a| + 2 |\mu_{\tilde{x}_1} m - \mu_{\tilde{x}_2} b| + |\mu_{\tilde{x}_1} u - \mu_{\tilde{x}_2} c| + |(1 - v_{\tilde{x}_1}) l - (1 - v_{\tilde{x}_2}) a| + 2 |(1 - v_{\tilde{x}_1}) m - (1 - v_{\tilde{x}_2}) b| + |(1 - v_{\tilde{x}_1}) u - (1 - v_{\tilde{x}_2}) c|) \quad (26)$$

3.3. Nötrosofik Küme

Nötrosofik küme, sezgisel bulanık kümenin bir uzantısıdır ve Smarandache [51] tarafından tanımlanmıştır. Üye olma ve üye olmama derecesi arasında mutlak ayırım yapmaktan kaçınmak isteyen Smarandache [51] bu derecelerin de bir belirsizlik yüzdesiyle ifade edilmesini daha iyi bir model kurabilmek için gerekli olduğunu savunmuştur. Sezgisel bulanık kümede üye olma, üye olmama ve kararsızlık dereceleri belirli tek bir değerle ifade edilirken, nötrosofik kümelerde bu değerler belirli bir yüzde ile ifade edilip aynı zamanda yüzde cinsinden aralık değerine de sahip olabilmektedir. Sezgisel bulanık kümeden farklı olarak üye olma üye olmama ve kararsızlık dereceleri toplamı bire eşit olmak zorunda değildir, toplam sonucunun sıfırdan küçük ve birden büyük olmasına izin verilmektedir. [51]

Tanım 3 (Nötrosofik Küme- Neutrosophic Set): Uzay U olsun ve M , U 'daki bir küme olsun. U kümesinden M 'ye $x(T, I, F)$ olarak bir x elemanı eklenmektedir ve x , M 'ye şu şekilde aittir: x , kümede % t doğrudur, % i belirsiz ve % f yanlıştır. Burada t , T 'de; i , I 'da; f , F 'de değişmektedir. T , I ve F , $]-0, 1+[$ 'in gerçek standart veya standart olmayan alt kümeleridir. [51]

Bilimsel veya mühendislik bakış açısına göre, nötrosofik küme ve küme-teorik operatörlerin belirtilmesi gerekmektedir. Aksi takdirde, gerçek uygulamalara uygulanması zor olacaktır. Bu nedenle, Wang vd. [52] aralık nötrosofik kümeleri ve bu kümelerin bazı operatörlerini önermişlerdir. Ayrıca, Wang vd. [142], nötrosofik kümenin bir uzantısı olan tek değerli nötrosofik kümeyi önermiştir; küme teorik operatörleri ve tek değerli nötrosofik kümelerin çeşitli özelliklerini sunmuştur. [63]

Tek değerli nötrosofik kümeler literatüre Wang vd. [52] tarafından tanıtılmıştır. [53]

Tanım 4 (Tek Değerli Nötrosofik Küme- Single Valued Neutrosophic Set): X noktalar uzayı olsun, X 'teki genel bir eleman x ile gösterilsin. X 'teki tek değerli nötrosofik küme A doğruluk üyelik fonksiyonu T_A , belirsizlik üyelik fonksiyonu I_A ve yanlışlık üyelik fonksiyonu F_A ile tanımlanmaktadır. X 'teki her bir x noktası için $T_A(x), I_A(x), F_A(x) \in [0,1]$. [53]

$\forall x \in X, x \equiv x(t_A(x), i_A(x), f_A(x)) \in A$, A 'nın tek değerli nötrosofik elemanıdır. [53]

X sürekli ise tek değerli nötrosofik küme aşağıdaki gibi yazılmaktadır. [53]

$$A = \int_X \langle T(x), I(x), F(x) \rangle / x, x \in X$$

X kesikli ise tek değerli nötrosofik küme aşağıdaki gibi yazılmaktadır. [53]

$$A = \sum_{i=1}^n \langle T(x), I(x), F(x) \rangle / x_i, x_i \in X$$

Ye [63] sadeleştirilmiş nötrosofik küme kavramını tanıtmıştır.

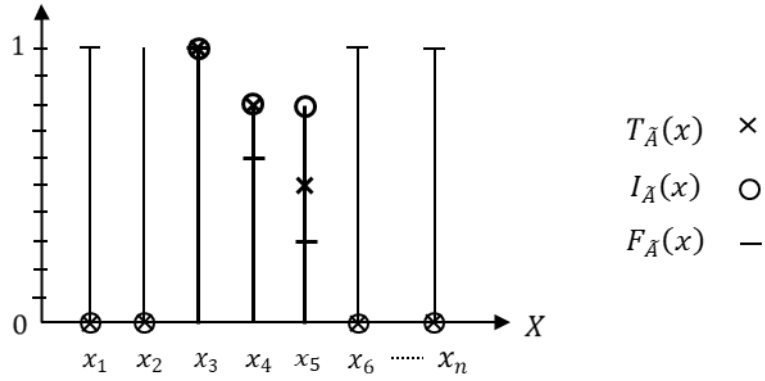
Tanım 5 (Sadeleştirilmiş Nötrosofik Küme- Simplified Neutrosophic Set): X noktalar uzayı olsun, X 'teki genel bir eleman x ile gösterilsin. X 'teki tek değerli nötrosofik küme A doğruluk üyelik fonksiyonu T_A , belirsizlik üyelik fonksiyonu I_A ve yanlışlık üyelik fonksiyonu F_A ile tanımlanmaktadır. X 'teki her bir x noktası için $T_A(x), I_A(x), F_A(x) \in [0,1]$. Bir sadeleştirilmiş nötrosofik küme

$$A = \{ \langle x, T(x), I(x), F(x) \rangle | x \in X \}$$

ile gösterilmektedir. Eğer X 'in sadece bir elemanı varsa A sadeleştirilmiş nötrosofik kümedir, denilmektedir. [62, 63]

Bu çalışmada tek değerli nötrosofik sayılar kullanılacaktır ancak kolaylık olması açısından bazen nötrosofik sayı olarak anılacaktır.

X uzayı kesikli olduğunda tek değerli nötrosofik küme, kesikli tek değerli nötrosofik küme olacaktır. Bu çalışmada kesikli tek değerli nötrosofik küme $A \subset X$ için Şekil 3.4'teki grafik gösterimi önerilmektedir. ($A = \{x_3, x_4, x_5\}$ olduğu varsayalım)



Şekil 3.4. Kesikli tek değerli nütrosifik küme grafiği

Sonlu bir $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ uzayında, $A \subset X$ ve $B \subset X$ olmak üzere, $A = \{(x_i, T_A(x_i), I_A(x_i), F_A(x_i)) : \forall x_i \in X\}$ ve $B = \{(x_i, T_B(x_i), I_B(x_i), F_B(x_i)) : \forall x_i \in X\}$ ile temsil edilen iki tek değerli nütrosifik küme arasındaki aritmetik işlemler aşağıdaki gibi yapılmaktadır [97]. $\lambda > 0$

$$A \cdot B = \{(x, T_A(x)T_B(x), I_A(x) + I_B(x) - I_A(x)I_B(x), F_A(x) + F_B(x) - F_A(x)F_B(x)) | x \in X\}$$

$$A + B = \{(x, T_A(x) + T_B(x) - T_A(x)T_B(x), I_A(x)I_B(x), F_A(x)F_B(x)) | x \in X\}$$

$$\lambda A = \left\{ \left(x, 1 - (1 - T_A(x))^\lambda, (I_A(x))^\lambda, (F_A(x))^\lambda \right) \mid x \in X \right\}$$

$$(A)^\lambda = \left\{ \left(x, (T_A(x))^\lambda, 1 - (1 - I_A(x))^\lambda, 1 - (1 - F_A(x))^\lambda \right) \mid x \in X \right\}$$

3.3.1. Nütrosifik Kümelerde Birleştirme Operatörleri

Sadeleştirilmiş nütrosifik sayılar, tek değerli nütrosifik sayıların bir elemanlı uzantısı olduğu için karar matrislerini birleştirmek için aşağıdaki operatörler kullanılabilir.

$\tilde{x}_i = [T_{\tilde{x}_i}, I_{\tilde{x}_i}, F_{\tilde{x}_i}]$ sadeleştirilmiş (simplified) nütrosifik değerlerin bir koleksiyonu olmak üzere, $(i = 1, 2, \dots, n)$,

Sadeleştirilmiş Nütrosifik Ağırlıklı Birleştirme Operatörü (SNABO) (Simplified Neutrosophic Weighted Aggregation Operator (SNWAO)): [62]

$$SNABO_w(\tilde{x}_1, \dots, \tilde{x}_n) = [1 - \prod_{i=1}^n (1 - T_{\tilde{x}_i})^{w_i}, \prod_{i=1}^n I_{\tilde{x}_i}^{w_i}, \prod_{i=1}^n F_{\tilde{x}_i}^{w_i}] \quad (27)$$

Sadeleştirilmiş Nötrosofik Ağırlıklı Geometrik Birleştirme Operatörü (SNAGBO) (Simplified Neutrosophic Weighted Geometric Aggregation Operator (SNWGAO)): [62]

$$SNAGBO_w(\tilde{x}_1, \dots, \tilde{x}_n) = [\prod_{i=1}^n T_{\tilde{x}_i}, 1 - \prod_{i=1}^n (1 - I_{\tilde{x}_i})^{w_i}, 1 - \prod_{i=1}^n (1 - F_{\tilde{x}_i})^{w_i}] \quad (28)$$

Burada $w = (w_1, \dots, w_n)^T$, $\tilde{x}_i$ 'nin ağırlık vektörüdür ve $w_i \in [0,1]$, $\sum_{i=1}^n w_i = 1$.

3.3.2. Nötrosofik Kümelerde Mesafe Hesabı

$\tilde{A}$ ve $\tilde{B}$, $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 'te tanımlı iki nötrosofik küme olmak üzere en sık kullanılan mesafe ölçüleri şunlardır: [143]

Normalize Hamming mesafesi:

$$d(\tilde{A}, \tilde{B}) = \frac{1}{3n} \sum_{i=1}^n (|T_{\tilde{A}}(x_i) - T_{\tilde{B}}(x_i)| + |I_{\tilde{A}}(x_i) - I_{\tilde{B}}(x_i)| + |F_{\tilde{A}}(x_i) - F_{\tilde{B}}(x_i)|) \quad (29)$$

Normalize Öklid mesafesi:

$$d(\tilde{A}, \tilde{B}) = \sqrt{\frac{1}{3n} \sum_{i=1}^n \left((T_{\tilde{A}}(x_i) - T_{\tilde{B}}(x_i))^2 + (I_{\tilde{A}}(x_i) - I_{\tilde{B}}(x_i))^2 + (F_{\tilde{A}}(x_i) - F_{\tilde{B}}(x_i))^2 \right)} \quad (30)$$

Hausdroff metriği:

$$d(\tilde{A}, \tilde{B}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \max\{|T_{\tilde{A}}(x_i) - T_{\tilde{B}}(x_i)|, |I_{\tilde{A}}(x_i) - I_{\tilde{B}}(x_i)|, |F_{\tilde{A}}(x_i) - F_{\tilde{B}}(x_i)|\} \quad (31)$$

3.3.3. Üçgen Nötrosofik Sayı

Bir tek değerli nötrosofik sayı $\tilde{A} = ((l, m, u); T_{\tilde{A}}, I_{\tilde{A}}, F_{\tilde{A}})$ reel sayılar kümesi üzerinde özel bir nötrosofik kümedir. Bu sayının doğruluk üyelik fonksiyonu, belirsizlik üyelik fonksiyonu ve yanlışlık üyelik fonksiyonu aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır: [138,144]

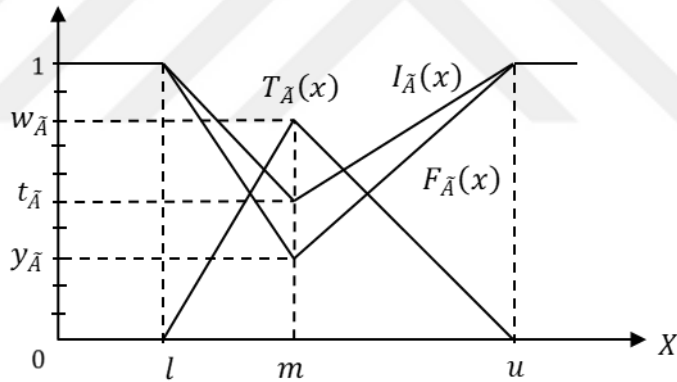
$$T_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{(x-l)w_{\tilde{A}}}{m-l}, & l \leq x < m \\ w_{\tilde{A}}, & x = m \\ \frac{(u-x)w_{\tilde{A}}}{u-m}, & m < x \leq u \\ 0, & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$

$$I_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{m-x+t_{\tilde{A}}(x-l)}{m-l}, & l \leq x < m \\ t_{\tilde{A}}, & x = m \\ \frac{x-m+t_{\tilde{A}}(u-x)}{u-m}, & m < x \leq u \\ 1, & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$

$$F_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{m-x+y_{\tilde{A}}(x-l)}{m-l}, & l \leq x < m \\ y_{\tilde{A}}, & x = m \\ \frac{x-m+y_{\tilde{A}}(u-x)}{u-m}, & m < x \leq u \\ 1, & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$

$l \geq 0$ ve $m \geq 0$ ise $\tilde{A}$ pozitif üçgen nôtrosifik sayı olarak adlandırılmaktadır ve $\tilde{A} > 0$ olarak gösterilmektedir.

$\tilde{A}$ üçgen nôtrosifik sayısının fonksiyon grafiği Şekil 3.5'te gösterilmektedir [138].



Şekil 3.5. Bir üçgen nôtrosifik bulanık sayı $\tilde{A}$

$\tilde{A} = ((l, m, u); T_{\tilde{A}}, I_{\tilde{A}}, F_{\tilde{A}})$ ile $\tilde{B} = ((a, b, c); T_{\tilde{B}}, I_{\tilde{B}}, F_{\tilde{B}})$ iki tek değerli üçgen nôtrosifik sayı ($\tilde{A} > 0$ ve $\tilde{B} > 0$) ve $Y \neq 0$ bir reel sayı olmak üzere bu iki sayı arasında aritmetik işlemler aşağıdaki gibi gerçekleştirilmektedir [138, 144]:

$$\tilde{A} + \tilde{B} = ((l + a, m + b, u + c); \min(T_{\tilde{A}}, T_{\tilde{B}}), \max(I_{\tilde{A}}, I_{\tilde{B}}), \max(F_{\tilde{A}}, F_{\tilde{B}}))$$

$$\tilde{A} - \tilde{B} = ((l - c, m - b, u - a); \min(T_{\tilde{A}}, T_{\tilde{B}}), \max(I_{\tilde{A}}, I_{\tilde{B}}), \max(F_{\tilde{A}}, F_{\tilde{B}}))$$

$$\tilde{A} \times \tilde{B} = ((l \cdot a, m \cdot b, u \cdot c); \min(T_{\tilde{A}}, T_{\tilde{B}}), \max(I_{\tilde{A}}, I_{\tilde{B}}), \max(F_{\tilde{A}}, F_{\tilde{B}}))$$

$$\frac{\tilde{A}}{\tilde{B}} = \left(\left(\frac{l}{c}, \frac{m}{b}, \frac{u}{a} \right); \min(T_{\tilde{A}}, T_{\tilde{B}}), \max(I_{\tilde{A}}, I_{\tilde{B}}), \max(F_{\tilde{A}}, F_{\tilde{B}}) \right)$$

$$Y\tilde{A} = ((\min(Yl, Yu), Ym, \max(Yl, Yu)); T_{\tilde{A}}, I_{\tilde{A}}, F_{\tilde{A}})$$

$$\tilde{A}^Y = ((l^Y, m^Y, u^Y); T_{\tilde{A}}, I_{\tilde{A}}, F_{\tilde{A}})$$

$$\frac{1}{\tilde{A}} = \left(\left(\frac{1}{u}, \frac{1}{m}, \frac{1}{l} \right); T_{\tilde{A}}, I_{\tilde{A}}, F_{\tilde{A}} \right)$$

3.3.3.1. Üçgen Nötrosofik Sayılarda Birleştirme Operatörleri

$(i = 1, 2, \dots, n)$ için $\tilde{x}_i = ((l_i, m_i, u_i); T_{\tilde{x}_i}, I_{\tilde{x}_i}, F_{\tilde{x}_i})$, X kümesi üzerinde üçgen nötrosofik sayıların bir yığını olsun.

Üçgen Nötrosofik Ağırlıklı Birleştirme Operatörü (ÜNABO) (Triangular Neutrosophic Weighted Aggregation Operator (TNWAO)): [138]

$$\begin{aligned} \dot{U}NABO_w(\tilde{x}_1, \dots, \tilde{x}_n) &= \sum_{i=1}^n w_i \tilde{x}_i = \\ &\left((\sum_{i=1}^n w_i l_i, \sum_{i=1}^n w_i m_i, \sum_{i=1}^n w_i u_i); \min_{i=1, \dots, n} T_{\tilde{x}_i}, \max_{i=1, \dots, n} I_{\tilde{x}_i}, \max_{i=1, \dots, n} F_{\tilde{x}_i} \right) \end{aligned} \quad (32)$$

Üçgen Nötrosofik Ağırlıklı Geometrik Birleştirme Operatörü (ÜNAGBO) (Triangular Neutrosophic Weighted Geometric Aggregation Operator (TNWGAO)): [138]

$$\begin{aligned} \dot{U}NAGBO_w(\tilde{x}_1, \dots, \tilde{x}_n) &= \prod_{i=1}^n (\tilde{x}_i)^{w_i} = \\ &\left((\prod_{i=1}^n (l_i)^{w_i}, \prod_{i=1}^n (m_i)^{w_i}, \prod_{i=1}^n (u_i)^{w_i}); \min_{i=1, \dots, n} T_{\tilde{x}_i}, \max_{i=1, \dots, n} I_{\tilde{x}_i}, \max_{i=1, \dots, n} F_{\tilde{x}_i} \right) \end{aligned} \quad (33)$$

Burada $w = (w_1, \dots, w_n)^T$, $\tilde{x}_i$ 'nin ağırlık vektörüdür ve $w_i \in [0, 1]$, $\sum_{i=1}^n w_i = 1$. [138]

3.3.3.2. Üçgen Nötrosofik Sayılarda Mesafe Hesabı

$\tilde{x}_1 = ((l, m, u); T_{\tilde{x}_1}, I_{\tilde{x}_1}, F_{\tilde{x}_1})$ ve $\tilde{x}_2 = ((a, b, c); T_{\tilde{x}_2}, I_{\tilde{x}_2}, F_{\tilde{x}_2})$ iki üçgen nötrosofik sayı olmak üzere aralarındaki Hamming mesafesi aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır [144]:

$$d(\tilde{x}_1, \tilde{x}_2) = \frac{1}{12} (|(2 + T_{\tilde{x}_1} - I_{\tilde{x}_1} - F_{\tilde{x}_1})l - (2 + T_{\tilde{x}_2} - I_{\tilde{x}_2} - F_{\tilde{x}_2})a| + |(2 + T_{\tilde{x}_1} - I_{\tilde{x}_1} - F_{\tilde{x}_1})m - (2 + T_{\tilde{x}_2} - I_{\tilde{x}_2} - F_{\tilde{x}_2})b| + |(2 + T_{\tilde{x}_1} - I_{\tilde{x}_1} - F_{\tilde{x}_1})u - (2 + T_{\tilde{x}_2} - I_{\tilde{x}_2} - F_{\tilde{x}_2})c|) \quad (34)$$

3.4. Tasviri Bulanık Küme

Tanım 6 (Tasviri Bulanık Küme- Picture Fuzzy Set): Boş olmayan X kümesindeki bir tasviri bulanık küme

$$A = \{(x_i, \mu_A(x_i), \eta_A(x_i), v_A(x_i)) : x_i \in X\}$$

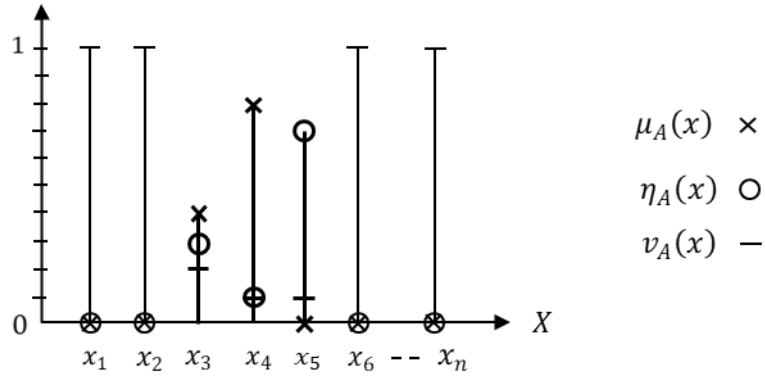
şeklinde ifade edilmektedir. Burada $\mu_A(x_i) \in [0,1]$ x 'in A 'ya pozitif üyelik derecesi, $\eta_A(x_i) \in [0,1]$ x 'in A 'ya nötr üyelik derecesi ve $v_A(x_i) \in [0,1]$ x 'in A 'ya negatif üyelik derecesi olarak adlandırılmaktadır. $\mu_A(x_i)$, $\eta_A(x_i)$ ve $v_A(x_i)$ aşağıdaki koşulu sağlamaktadır: ($\forall x_i \in X$)

$$0 \leq \mu_A(x_i) + \eta_A(x_i) + v_A(x_i) \leq 1$$

$\varepsilon_A(x_i) = 1 - (\mu_A(x_i) + \eta_A(x_i) + v_A(x_i))$, A 'daki x 'in ret derecesi olarak adlandırılmaktadır. $\varepsilon_A(x_i) = 0$ olması durumunda tasviri bulanık küme sezgisel bulanık kümeye dönüşmektedir [145], $\varepsilon_A(x_i) = \eta_A(x_i) = 0$ olduğunda ise bulanık kümeye dönüşmektedir.

Tasviri bulanık kümeye gerçek hayattan bir örnek olarak oy verme işlemi verilebilir. A lehinde oy verenlerin oranını μ_A , aleyhinde oy verenlerin oranını v_A , η_A çekimserlerin oranını ve ε_A ise oy vermeyi reddedenlerin oranını temsil etmektedir [146].

Eğer X uzayı kesikli ise $A \subset X$ tasviri bulanık kümesi, kesikli tasviri bulanık kümedir. Kesikli tasviri bulanık küme için bu çalışmada önerilen grafik Şekil 3.6'da gösterilmektedir. ($A = \{x_3, x_4, x_5\}$ olduğu varsayalım)



Şekil 3.6. Kesikli tasviri bulanık küme gösterimi

Sonlu bir $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ uzayında, $A \subset X$ ve $B \subset X$ olmak üzere, $A = \{(x_i, \mu_A(x_i), \eta_A(x_i), v_A(x_i)) : \forall x_i \in X\}$ ve $B = \{(x_i, \mu_B(x_i), \eta_B(x_i), v_B(x_i)) : \forall x_i \in X\}$ ile temsil edilen iki tasviri bulanık küme arasındaki aritmetik işlemler aşağıdaki gibi yapılmaktadır [147]. $\lambda > 0$

$$A \cdot B = \{(x, \mu_A(x)\mu_B(x), \eta_A(x) + \eta_B(x) - \eta_A(x)\eta_B(x), v_A(x) + v_B(x) - v_A(x)v_B(x)) | x \in X\}$$

$$A + B = \{(x, \mu_A(x) + \mu_B(x) - \mu_A(x)\mu_B(x), \eta_A(x)\eta_B(x), v_A(x)v_B(x)) | x \in X\}$$

$$\lambda A = \{(x, 1 - (1 - \mu_A(x))^\lambda, (\eta_A(x))^\lambda, (v_A(x))^\lambda) | x \in X\}$$

$$(A)^\lambda = \{(x, (\mu_A(x))^\lambda, 1 - (1 - \eta_A(x))^\lambda, 1 - (1 - v_A(x))^\lambda) | x \in X\}$$

3.4.1. Tasviri Bulanık Kümelerde Birleştirme Operatörleri

$\tilde{x}_i = [\mu_{\tilde{x}_i}, \eta_{\tilde{x}_i}, v_{\tilde{x}_i}]$ tasviri bulanık değerlerin bir koleksiyonu olmak üzere, $(i = 1, 2, \dots, n)$,

Tasviri Bulanık Ağırlıklı Birleştirme Operatörü (TBABO) (Picture Fuzzy Weighted Aggregation Operator (PFWAO)): [148]

$$TBABO_w(\tilde{x}_1, \dots, \tilde{x}_n) = [1 - \prod_{i=1}^n (1 - \mu_{\tilde{x}_i})^{w_i}, \prod_{i=1}^n \eta_{\tilde{x}_i}^{w_i}, \prod_{i=1}^n v_{\tilde{x}_i}^{w_i}] \quad (35)$$

Tasviri Bulanık Ağırlıklı Geometrik Birleştirme Operatörü (TBAGBO) (Picture Fuzzy Weighted Geometric Aggregation Operator (PFWGAO)): [146]

$$TBAGBO_w(\tilde{x}_1, \dots, \tilde{x}_n) = [\prod_{i=1}^n (\mu_{\tilde{x}_i} + \eta_{\tilde{x}_i})^{w_i} - \prod_{i=1}^n \eta_{\tilde{x}_i}^{w_i}, \prod_{i=1}^n \eta_{\tilde{x}_i}^{w_i}, 1 - \prod_{i=1}^n (1 - v_{\tilde{x}_i})^{w_i}] \quad (36)$$

Burada $w = (w_1, \dots, w_n)^T$, $\tilde{x}_i$ 'nin ağırlık vektörüdür ve $w_i \in [0,1]$, $\sum_{i=1}^n w_i = 1$.

3.4.2. Tasviri Bulanık Kümelerde Mesafe Hesabı

$\tilde{A}$ ve $\tilde{B}$, $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 'te tanımlı iki tasviri bulanık küme olmak üzere aralarındaki uzaklığı hesaplamak için kullanılan mesafe ölçüleri şunlardır: [145]

Normalize Hamming mesafesi:

$$d(\tilde{A}, \tilde{B}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (|\mu_{\tilde{A}}(x_i) - \mu_{\tilde{B}}(x_i)| + |\eta_{\tilde{A}}(x_i) - \eta_{\tilde{B}}(x_i)| + |v_{\tilde{A}}(x_i) - v_{\tilde{B}}(x_i)|) \quad (37)$$

Normalize Öklid mesafesi:

$$d(\tilde{A}, \tilde{B}) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n ((\mu_{\tilde{A}}(x_i) - \mu_{\tilde{B}}(x_i))^2 + (\eta_{\tilde{A}}(x_i) - \eta_{\tilde{B}}(x_i))^2 + (v_{\tilde{A}}(x_i) - v_{\tilde{B}}(x_i))^2)} \quad (38)$$

3.4.3. Üçgen Tasviri Bulanık Sayı

Bir üçgen tasviri bulanık sayı ($p \leq l \leq m \leq u \leq s$) olacak şekilde beş reel sayı (p, l, m, u, s) ile tanımlanmaktadır. Bir $\tilde{A}$ üçgen tasviri bulanık sayısına ait iki üyelik fonksiyonu aşağıda verilmiştir: [149]

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{x-l}{m-l}, & l \leq x \leq m \\ \frac{u-x}{u-m}, & m \leq x \leq u \\ 0, & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$

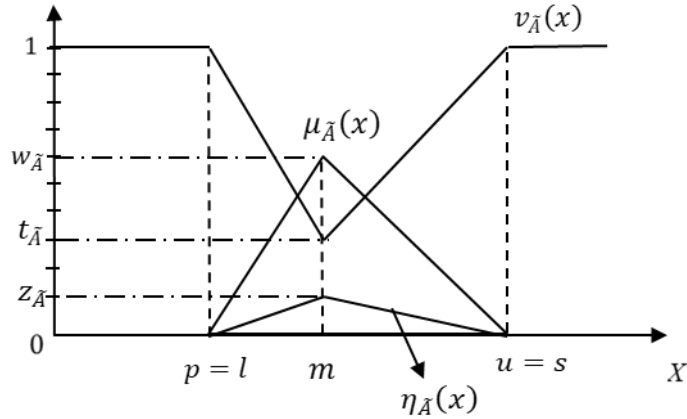
$$\eta_{\tilde{A}}(x) + \varepsilon_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{m-x}{m-p}, & p \leq x \leq m \\ \frac{x-m}{s-m}, & m \leq x \leq s \\ 0, & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$

$$\mu_{\bar{A}}(x) = \begin{cases} \frac{(x-l)w_{\bar{A}}}{m-l}, l \leq x < m \\ w_{\bar{A}}, x = m \\ \frac{(u-x)w_{\bar{A}}}{u-m}, m < x \leq u \\ 0, \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$

$$\eta_{\bar{A}}(x) = \begin{cases} \frac{(x-p)z_{\bar{A}}}{m-p}, p \leq x < m \\ z_{\bar{A}}, x = m \\ \frac{(s-x)z_{\bar{A}}}{s-m}, m < x \leq s \\ 0, \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$

$$v_{\bar{A}}(x) = \begin{cases} \frac{m-x+t_{\bar{A}}(x-p)}{m-p}, p \leq x < m \\ t_{\bar{A}}, x = m \\ \frac{x-m+t_{\bar{A}}(s-x)}{s-m}, m < x \leq s \\ 1, \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$

Eğer $p = l$ ve $u = s$ olursa üyelikle ilgili fonksiyonlar aşağıdaki gibi yazılacaktır. Grafik ise Şekil 3.9'daki gibi gösterilecektir.



Şekil 3.9. $p=l$ ve $u=s$ olduğunda ÜTBS grafiği

$$\mu_{\bar{A}}(x) = \begin{cases} \frac{(x-l)w_{\bar{A}}}{m-l}, l \leq x < m \\ w_{\bar{A}}, x = m \\ \frac{(u-x)w_{\bar{A}}}{u-m}, m < x \leq u \\ 0, \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$

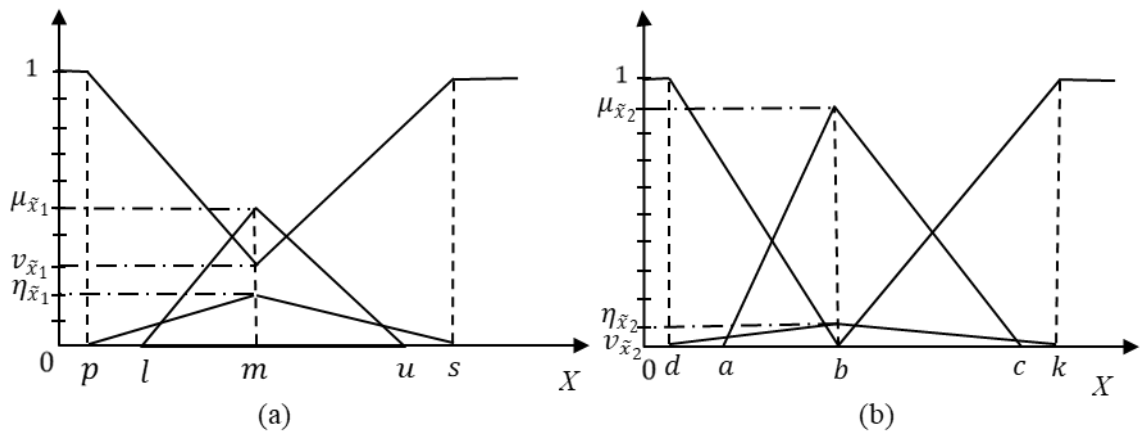
$$\eta_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{(x-l)z_{\tilde{A}}}{m-l}, l \leq x < m \\ z_{\tilde{A}}, x = m \\ \frac{(u-x)z_{\tilde{A}}}{u-m}, m < x \leq u \\ 0, \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$

$$v_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} \frac{m-x+t_{\tilde{A}}(x-l)}{m-l}, l \leq x < m \\ t_{\tilde{A}}, x = m \\ \frac{x-m+t_{\tilde{A}}(u-x)}{u-m}, m < x \leq u \\ 1, \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$

Üçgen tasviri bulanık sayı $\tilde{A}$ 'nın yukarıdaki fonksiyonlarla tanımlanan $\mu_{\tilde{A}}(x)$, $\eta_{\tilde{A}}(x)$, $v_{\tilde{A}}(x)$ 'ya ek olarak $\varepsilon_{\tilde{A}}(x)$ ile temsil edilen ret derecesi de bulunmaktadır. Üçgen tasviri bulanık sayı $\tilde{A}$ tasviri bulanık kümenin bir elemanı olması sebebiyle X uzayında yer alan bir x değeri için $0 \leq \mu_{\tilde{A}}(x) + \eta_{\tilde{A}}(x) + v_{\tilde{A}}(x) + \varepsilon_{\tilde{A}}(x) \leq 1$ 'dir. $\varepsilon_{\tilde{A}}(x) = 0$ olduğunda $\tilde{A}$ üçgen sezgisel bulanık sayıya dönüşmektedir. $\eta_{\tilde{A}}(x) = \varepsilon_{\tilde{A}}(x) = 0$ olduğunda ise üçgen bulanık sayı olacaktır.

$p, l \geq 0$ ve $u, s \geq 0$ ise $\tilde{A}$ pozitif üçgen tasviri bulanık sayı olarak adlandırılmaktadır.

$\tilde{x}_1 = (\langle(l, m, u); \mu_{\tilde{x}_1}\rangle, \langle(p, m, s); \eta_{\tilde{x}_1}, v_{\tilde{x}_1}\rangle)$ ve $\tilde{x}_2 = (\langle(a, b, c); \mu_{\tilde{x}_2}\rangle, \langle(d, b, k); \eta_{\tilde{x}_2}, v_{\tilde{x}_2}\rangle)$ iki üçgen tasviri bulanık sayı olsun. Bu iki üçgen tasviri bulanık sayının üyelikle ilgili fonksiyonlarının grafiği Şekil 3.10'da verilmiştir.



Şekil 3.10. (a) $\tilde{x}_1$ ve (b) $\tilde{x}_2$ üçgen tasviri bulanık sayılarının grafikleri

Diğer üçgen üyelik fonksiyonları ve yukarıda çizilen üyelik fonksiyonları baz alınarak aşağıdaki aritmetik operatörler önerilmiştir. Yukarıdaki fonksiyonlar için aritmetik işlemler yazılırken üçgen sezgisel bulanık sayılara olan benzerliğinden faydalanılmıştır [150]:

$$\tilde{x}_1 + \tilde{x}_2 = (\langle (l + a, m + b, u + c); \min(\mu_{\tilde{x}_1}, \mu_{\tilde{x}_2}) \rangle, \langle (p + d, m + b, s + k); \min(\eta_{\tilde{x}_1}, \eta_{\tilde{x}_2}), \max(v_{\tilde{x}_1}, v_{\tilde{x}_2}) \rangle)$$

$$\tilde{x}_1 - \tilde{x}_2 = (\langle (l - a, m - b, u - c); \min(\mu_{\tilde{x}_1}, \mu_{\tilde{x}_2}) \rangle, \langle (p - d, m - b, s - k); \min(\eta_{\tilde{x}_1}, \eta_{\tilde{x}_2}), \max(v_{\tilde{x}_1}, v_{\tilde{x}_2}) \rangle)$$

$$\tilde{x}_1 \times \tilde{x}_2 = (\langle (l \cdot a, m \cdot b, u \cdot c); \min(\mu_{\tilde{x}_1}, \mu_{\tilde{x}_2}) \rangle, \langle (p \cdot d, m \cdot b, s \cdot k); \min(\eta_{\tilde{x}_1}, \eta_{\tilde{x}_2}), \max(v_{\tilde{x}_1}, v_{\tilde{x}_2}) \rangle)$$

$$\frac{\tilde{x}_1}{\tilde{x}_2} = \left(\left\langle \left(\frac{l}{c}, \frac{m}{b}, \frac{u}{a} \right); \min(\mu_{\tilde{x}_1}, \mu_{\tilde{x}_2}) \right\rangle, \left\langle \left(\frac{p}{d}, \frac{m}{b}, \frac{s}{k} \right); \min(\eta_{\tilde{x}_1}, \eta_{\tilde{x}_2}), \max(v_{\tilde{x}_1}, v_{\tilde{x}_2}) \right\rangle \right)$$

$$\frac{1}{\tilde{x}_1} = \left(\left\langle \left(\frac{1}{u}, \frac{1}{m}, \frac{1}{l} \right); \mu_{\tilde{x}_1} \right\rangle, \left\langle \left(\frac{1}{s}, \frac{1}{m}, \frac{1}{p} \right); \eta_{\tilde{x}_1}, v_{\tilde{x}_1} \right\rangle \right)$$

$$\lambda \tilde{x}_1 = (\langle (\lambda l, \lambda m, \lambda u); \mu_{\tilde{x}_1} \rangle, \langle (\lambda p, \lambda m, \lambda s); \eta_{\tilde{x}_1}, v_{\tilde{x}_1} \rangle)$$

$$\tilde{x}_1^\lambda = (\langle (l^\lambda, m^\lambda, u^\lambda); \mu_{\tilde{x}_1} \rangle, \langle (p^\lambda, m^\lambda, s^\lambda); \eta_{\tilde{x}_1}, v_{\tilde{x}_1} \rangle)$$

Eğer $p = l$ ve $u = s$ olursa tanımlanan işlemler aşağıdaki formda olacaktır:

$$\tilde{x}_1 + \tilde{x}_2 = ((l + a, m + b, u + c); \min(\mu_{\tilde{x}_1}, \mu_{\tilde{x}_2}), \min(\eta_{\tilde{x}_1}, \eta_{\tilde{x}_2}), \max(v_{\tilde{x}_1}, v_{\tilde{x}_2}))$$

$$\tilde{x}_1 - \tilde{x}_2 = ((l - a, m - b, u - c); \min(\mu_{\tilde{x}_1}, \mu_{\tilde{x}_2}), \min(\eta_{\tilde{x}_1}, \eta_{\tilde{x}_2}), \max(v_{\tilde{x}_1}, v_{\tilde{x}_2}))$$

$$\tilde{x}_1 \times \tilde{x}_2 = ((l \cdot a, m \cdot b, u \cdot c); \min(\mu_{\tilde{x}_1}, \mu_{\tilde{x}_2}), \min(\eta_{\tilde{x}_1}, \eta_{\tilde{x}_2}), \max(v_{\tilde{x}_1}, v_{\tilde{x}_2}))$$

$$\frac{\tilde{x}_1}{\tilde{x}_2} = \left(\left(\frac{l}{c}, \frac{m}{b}, \frac{u}{a} \right); \min(\mu_{\tilde{x}_1}, \mu_{\tilde{x}_2}), \min(\eta_{\tilde{x}_1}, \eta_{\tilde{x}_2}), \max(v_{\tilde{x}_1}, v_{\tilde{x}_2}) \right)$$

$$\frac{1}{\tilde{x}_1} = \left(\left(\frac{1}{u}, \frac{1}{m}, \frac{1}{l} \right); \mu_{\tilde{x}_1}, \eta_{\tilde{x}_1}, v_{\tilde{x}_1} \right)$$

$$\lambda \tilde{x}_1 = \left((\lambda l, \lambda m, \lambda u); \mu_{\tilde{x}_1}, \eta_{\tilde{x}_1}, v_{\tilde{x}_1} \right)$$

$$\tilde{x}_1^\lambda = \left((l^\lambda, m^\lambda, u^\lambda); \mu_{\tilde{x}_1}, \eta_{\tilde{x}_1}, v_{\tilde{x}_1} \right)$$

Eğer yukarıdaki işlemlerden herhangi biri için ε hesaplanmak istenirse, elde edilen μ, v, η değerleri toplanıp birden çıkarılmalıdır, çünkü aritmetik işlemler sonucu elde edilen sayının tasviri bulanık sayı özelliğini koruması gerekmektedir. Toplama işlemi sonucunda elde edilecek ε değeri için hesaplama

$$\varepsilon_{\tilde{x}_1 + \tilde{x}_2} = 1 - (\mu_{\tilde{x}_1 + \tilde{x}_2} + \eta_{\tilde{x}_1 + \tilde{x}_2} + v_{\tilde{x}_1 + \tilde{x}_2})$$

şeklinde yapılmaktadır. ($\mu_{\tilde{x}_1 + \tilde{x}_2}, \tilde{x}_1 + \tilde{x}_2$ işlemi sonucu elde edilen μ değeridir.)

3.4.4.1. Üçgen Tasviri Bulanık Sayılarda Birleştirme Operatörleri Önerisi

($i = 1, 2, \dots, n$) için $\tilde{x}_i = \left((l_i, m_i, u_i); \mu_{\tilde{x}_i}, \eta_{\tilde{x}_i}, v_{\tilde{x}_i} \right)$, X kümesi üzerinde üçgen tasviri bulanık sayıların bir yığını olsun. θ , bütün üçgen tasviri bulanık sayıların kümesini temsil etmektedir.

Üçgen Tasviri Bulanık Ağırlıklı Birleştirme Operatörü (ÜTBABO) (Triangular Picture Fuzzy Weighted Aggregation Operator (TPFWAO)):

$\dot{U}TBABO: \theta^n \rightarrow \theta$ olmak üzere

$$\begin{aligned} \dot{U}TBABO_w(\tilde{x}_1, \dots, \tilde{x}_n) &= \sum_{i=1}^n w_i \tilde{x}_i = \\ &\left(\left(\sum_{i=1}^n w_i l_i, \sum_{i=1}^n w_i m_i, \sum_{i=1}^n w_i u_i \right); \min_{i=1, \dots, n} \mu_{\tilde{x}_i}, \min_{i=1, \dots, n} \eta_{\tilde{x}_i}, \max_{i=1, \dots, n} v_{\tilde{x}_i} \right) \end{aligned} \quad (39)$$

İspat:

Tümevarım metodu ile yukarıdaki işlemin doğru olduğu ispatlanabilir:

$$\tilde{x}_1 = \left((l_1, m_1, u_1); \mu_{\tilde{x}_1}, \eta_{\tilde{x}_1}, v_{\tilde{x}_1} \right) \text{ ve } \tilde{x}_2 = \left((l_2, m_2, u_2); \mu_{\tilde{x}_2}, \eta_{\tilde{x}_2}, v_{\tilde{x}_2} \right) \text{ için } (n = 2)$$

$$\begin{aligned}
\sum_{i=1}^2 w_i \tilde{x}_i &= w_1 \tilde{x}_1 + w_2 \tilde{x}_2 \\
&= \left((w_1 l_1, w_1 m_1, w_1 u_1); \mu_{\tilde{x}_1}, \eta_{\tilde{x}_1}, v_{\tilde{x}_1} \right) \\
&\quad + \left((w_2 l_2, w_2 m_2, w_2 u_2); \mu_{\tilde{x}_2}, \eta_{\tilde{x}_2}, v_{\tilde{x}_2} \right) \\
&= \left((w_1 l_1 + w_2 l_2, w_1 m_1 + w_2 m_2, w_1 u_1 \right. \\
&\quad \left. + w_2 u_2); \min(\mu_{\tilde{x}_1}, \mu_{\tilde{x}_2}), \min(\eta_{\tilde{x}_1}, \eta_{\tilde{x}_2}), \max(v_{\tilde{x}_1}, v_{\tilde{x}_2}) \right)
\end{aligned}$$

olduğu için doğrudur.

$n = k$ için

$$\begin{aligned}
w_1 \tilde{x}_1 + \dots + w_k \tilde{x}_k &= \sum_{i=1}^k w_i \tilde{x}_i = \\
&\left(\left(\sum_{i=1}^k w_i l_i, \sum_{i=1}^k w_i m_i, \sum_{i=1}^k w_i u_i \right); \min_{i=1, \dots, k} \mu_{\tilde{x}_i}, \min_{i=1, \dots, k} \eta_{\tilde{x}_i}, \max_{i=1, \dots, k} v_{\tilde{x}_i} \right) \quad \text{doğru kabul} \\
&\text{edilsin.}
\end{aligned}$$

$n = k + 1$ için doğruluğunun ispatlanması gerekmektedir:

$$\begin{aligned}
w_1 \tilde{x}_1 + \dots + w_k \tilde{x}_k + w_{k+1} \tilde{x}_{k+1} &= \sum_{i=1}^{k+1} w_i \tilde{x}_i \\
&= \left(\left(\sum_{i=1}^k w_i l_i, \sum_{i=1}^k w_i m_i, \sum_{i=1}^k w_i u_i \right); \min_{i=1, \dots, k} \mu_{\tilde{x}_i}, \min_{i=1, \dots, k} \eta_{\tilde{x}_i}, \max_{i=1, \dots, k} v_{\tilde{x}_i} \right) \\
&\quad + \left((w_{k+1} l_{k+1}, w_{k+1} m_{k+1}, w_{k+1} u_{k+1}); \mu_{\tilde{x}_{k+1}}, \eta_{\tilde{x}_{k+1}}, v_{\tilde{x}_{k+1}} \right) \\
&= \left(\left(\sum_{i=1}^{k+1} w_i l_i, \sum_{i=1}^{k+1} w_i m_i, \sum_{i=1}^{k+1} w_i u_i \right); \min_{i=1, \dots, k+1} \mu_{\tilde{x}_i}, \min_{i=1, \dots, k+1} \eta_{\tilde{x}_i}, \max_{i=1, \dots, k+1} v_{\tilde{x}_i} \right)
\end{aligned}$$

olması sebebiyle $n = k + 1$ için de doğrudur, ispat tamamlanmıştır.

Üçgen Tasviri Bulanık Ağırlıklı Geometrik Birleştirme Operatörü (ÜTBAGBO)
(Triangular Picture Fuzzy Weighted Geometric Aggregation Operator (TPFWGAO)):

$\dot{U}TBAGBO: \theta^n \rightarrow \theta$ olmak üzere

$$\begin{aligned} \dot{U}TBAGBO_w(\tilde{x}_1, \dots, \tilde{x}_n) &= \prod_{i=1}^n (\tilde{x}_i)^{w_i} = \\ &\left((\prod_{i=1}^n (l_i)^{w_i}, \prod_{i=1}^n (m_i)^{w_i}, \prod_{i=1}^n (u_i)^{w_i}); \min_{i=1, \dots, n} \mu_{\tilde{x}_i}, \min_{i=1, \dots, n} \eta_{\tilde{x}_i}, \max_{i=1, \dots, n} v_{\tilde{x}_i} \right) \end{aligned} \quad (40)$$

Burada $w = (w_1, \dots, w_n)^T$, $\tilde{x}_i$ 'nin ağırlık vektörüdür ve $w_i \in [0,1]$, $\sum_{i=1}^n w_i = 1$.

İspat:

Tümevarım metodu ile yukarıdaki işlemin doğru olduğu ispatlanabilir:

$\tilde{x}_1 = ((l_1, m_1, u_1); \mu_{\tilde{x}_1}, \eta_{\tilde{x}_1}, v_{\tilde{x}_1})$ ve $\tilde{x}_2 = ((l_2, m_2, u_2); \mu_{\tilde{x}_2}, \eta_{\tilde{x}_2}, v_{\tilde{x}_2})$ için ($n = 2$)

$$\begin{aligned} \prod_{i=1}^2 (\tilde{x}_i)^{w_i} &= \tilde{x}_1^{w_1} \times \tilde{x}_2^{w_2} \\ &= ((l_1^{w_1}, m_1^{w_1}, u_1^{w_1}); \mu_{\tilde{x}_1}, \eta_{\tilde{x}_1}, v_{\tilde{x}_1}) \times ((l_2^{w_2}, m_2^{w_2}, u_2^{w_2}); \mu_{\tilde{x}_2}, \eta_{\tilde{x}_2}, v_{\tilde{x}_2}) \\ &= ((l_1^{w_1} \times l_2^{w_2}, m_1^{w_1} \times m_2^{w_2}, u_1^{w_1} \\ &\quad \times u_2^{w_2}); \min(\mu_{\tilde{x}_1}, \mu_{\tilde{x}_2}), \min(\eta_{\tilde{x}_1}, \eta_{\tilde{x}_2}), \max(v_{\tilde{x}_1}, v_{\tilde{x}_2})) \end{aligned}$$

olduğu için doğrudur.

$n = k$ için

$$\begin{aligned} w_1 \tilde{x}_1 \times \dots \times w_k \tilde{x}_k &= \prod_{i=1}^k (\tilde{x}_i)^{w_i} = \\ &\left((\prod_{i=1}^k (l_i)^{w_i}, \prod_{i=1}^k (m_i)^{w_i}, \prod_{i=1}^k (u_i)^{w_i}); \min_{i=1, \dots, k} \mu_{\tilde{x}_i}, \min_{i=1, \dots, k} \eta_{\tilde{x}_i}, \max_{i=1, \dots, k} v_{\tilde{x}_i} \right) \end{aligned} \quad \text{doğru kabul edilsin.}$$

$n = k + 1$ için doğruluğunun ispatlanması gerekmektedir:

$$\begin{aligned}
w_1 \tilde{x}_1 \times \dots \times w_k \tilde{x}_k \times w_{k+1} \tilde{x}_{k+1} &= \prod_{i=1}^{k+1} (\tilde{x}_i)^{w_i} \\
&= \left(\left(\prod_{i=1}^k (l_i)^{w_i}, \prod_{i=1}^k (m_i)^{w_i}, \prod_{i=1}^k (u_i)^{w_i} \right); \min_{i=1, \dots, k} \mu_{\tilde{x}_i}, \min_{i=1, \dots, k} \eta_{\tilde{x}_i}, \max_{i=1, \dots, k} v_{\tilde{x}_i} \right) \\
&\times \left(\left((l_{k+1}^{w_{k+1}}, m_{k+1}^{w_{k+1}}, u_{k+1}^{w_{k+1}}); \mu_{\tilde{x}_{k+1}}, \eta_{\tilde{x}_{k+1}}, v_{\tilde{x}_{k+1}} \right) \right) \\
&= \left(\left(\prod_{i=1}^{k+1} (l_i)^{w_i}, \prod_{i=1}^{k+1} (m_i)^{w_i}, \prod_{i=1}^{k+1} (u_i)^{w_i} \right); \min_{i=1, \dots, k+1} \mu_{\tilde{x}_i}, \min_{i=1, \dots, k+1} \eta_{\tilde{x}_i}, \max_{i=1, \dots, k+1} v_{\tilde{x}_i} \right)
\end{aligned}$$

olması sebebiyle $n = k + 1$ için de doğrudur, ispat tamamlanmıştır.

3.4.4.2. Üçgen Tasviri Bulanık Sayılarda Mesafe Ölçüsü Önerisi

Bu çalışmada $\tilde{x}_1 = ((l_1, m_1, u_1); \mu_{\tilde{x}_1}, \eta_{\tilde{x}_1}, v_{\tilde{x}_1})$ ve $\tilde{x}_2 = ((l_2, m_2, u_2); \mu_{\tilde{x}_2}, \eta_{\tilde{x}_2}, v_{\tilde{x}_2})$ iki üçgen tasviri bulanık sayı olmak üzere aralarındaki mesafeyi hesaplamak için aşağıdaki eşitlik önerilmektedir:

$$\begin{aligned}
d(\tilde{x}_1, \tilde{x}_2) &= \frac{1}{6} (|(1 + \mu_{\tilde{x}_1} - \eta_{\tilde{x}_1} - v_{\tilde{x}_1})l_1 - (1 + \mu_{\tilde{x}_2} - \eta_{\tilde{x}_2} - v_{\tilde{x}_2})l_2| + |(1 + \mu_{\tilde{x}_1} - \\
&\eta_{\tilde{x}_1} - v_{\tilde{x}_1})m_1 - (1 + \mu_{\tilde{x}_2} - \eta_{\tilde{x}_2} - v_{\tilde{x}_2})m_2| + |(1 + \mu_{\tilde{x}_1} - \eta_{\tilde{x}_1} - v_{\tilde{x}_1})u_1 - (1 + \mu_{\tilde{x}_2} - \\
&\eta_{\tilde{x}_2} - v_{\tilde{x}_2})u_2|) \quad (41)
\end{aligned}$$

Denklem (41) ile verilen mesafe ölçüsü [151] kaynağına dayanarak önerilmiştir.

Önerilen bu mesafe ölçüsü aşağıdaki özellikler sağlamalıdır: [152]

1. Negatif olmama: $d(\tilde{x}_1, \tilde{x}_2) \geq 0$
2. Dönüşlülük: $d(\tilde{x}_1, \tilde{x}_2) = 0 \Leftrightarrow \tilde{x}_1 = \tilde{x}_2$
3. Yer değiştirebilirlik: $d(\tilde{x}_1, \tilde{x}_2) = d(\tilde{x}_2, \tilde{x}_1)$
4. Üçgen eşitsizliği: $d(\tilde{x}_1, \tilde{x}_3) \leq d(\tilde{x}_1, \tilde{x}_2) + d(\tilde{x}_2, \tilde{x}_3)$

Eşitlikte pay mutlak değerli olduğu için negatif olmama koşulunu sağlamaktadır. İki nokta arasındaki mesafe sıfıra eşit olması bu noktaların aynı parametrelerden oluştuğu anlamına geldiği için dönüşlülük koşulunu sağlamaktadır. Yer değiştirebilirlik koşulunun ispatı:

{1}

$$d(\tilde{x}_1, \tilde{x}_2) = \frac{1}{6} (|(1 + \mu_{\tilde{x}_1} - \eta_{\tilde{x}_1} - v_{\tilde{x}_1})l_1 - (1 + \mu_{\tilde{x}_2} - \eta_{\tilde{x}_2} - v_{\tilde{x}_2})l_2| \\ + |(1 + \mu_{\tilde{x}_1} - \eta_{\tilde{x}_1} - v_{\tilde{x}_1})m_1 - (1 + \mu_{\tilde{x}_2} - \eta_{\tilde{x}_2} - v_{\tilde{x}_2})m_2| \\ + |(1 + \mu_{\tilde{x}_1} - \eta_{\tilde{x}_1} - v_{\tilde{x}_1})u_1 - (1 + \mu_{\tilde{x}_2} - \eta_{\tilde{x}_2} - v_{\tilde{x}_2})u_2|)$$

{2}

$$d(\tilde{x}_2, \tilde{x}_1) = \frac{1}{6} (|(1 + \mu_{\tilde{x}_2} - \eta_{\tilde{x}_2} - v_{\tilde{x}_2})l_2 - (1 + \mu_{\tilde{x}_1} - \eta_{\tilde{x}_1} - v_{\tilde{x}_1})l_1| \\ + |(1 + \mu_{\tilde{x}_2} - \eta_{\tilde{x}_2} - v_{\tilde{x}_2})m_2 - (1 + \mu_{\tilde{x}_1} - \eta_{\tilde{x}_1} - v_{\tilde{x}_1})m_1| \\ + |(1 + \mu_{\tilde{x}_2} - \eta_{\tilde{x}_2} - v_{\tilde{x}_2})u_2 - (1 + \mu_{\tilde{x}_1} - \eta_{\tilde{x}_1} - v_{\tilde{x}_1})u_1|)$$

{1} ve {2}'de mutlak değerli işlemler aynı sonucun gelmesini sağladığı için yer değiştirebilirlik koşulunu sağlamaktadır.

Üçgen eşitsizliği koşulunun ispatı: $\tilde{x}_3 = (l_3, m_3, u_3); \mu_{\tilde{x}_3}, \eta_{\tilde{x}_3}, v_{\tilde{x}_3}$ olsun.

1. kısım:

$$d(\tilde{x}_1, \tilde{x}_3) = \frac{1}{6} (|(1 + \mu_{\tilde{x}_1} - \eta_{\tilde{x}_1} - v_{\tilde{x}_1})l_1 - (1 + \mu_{\tilde{x}_3} - \eta_{\tilde{x}_3} - v_{\tilde{x}_3})l_3| \\ + |(1 + \mu_{\tilde{x}_1} - \eta_{\tilde{x}_1} - v_{\tilde{x}_1})m_1 - (1 + \mu_{\tilde{x}_3} - \eta_{\tilde{x}_3} - v_{\tilde{x}_3})m_3| \\ + |(1 + \mu_{\tilde{x}_1} - \eta_{\tilde{x}_1} - v_{\tilde{x}_1})u_1 - (1 + \mu_{\tilde{x}_3} - \eta_{\tilde{x}_3} - v_{\tilde{x}_3})u_3|)$$

İlk mutlak değer için $l_2(1 + \mu_{\tilde{x}_2} - \eta_{\tilde{x}_2} - v_{\tilde{x}_2})$ ifadesi, ikinci mutlak değer için $m_2(1 + \mu_{\tilde{x}_2} - \eta_{\tilde{x}_2} - v_{\tilde{x}_2})$ ifadesi, üçüncü mutlak değer için $u_2(1 + \mu_{\tilde{x}_2} - \eta_{\tilde{x}_2} - v_{\tilde{x}_2})$ ifadesi eklenip çıkarılır:

$$d(\tilde{x}_1, \tilde{x}_3) = \frac{1}{6} [|l_1(1 + \mu_{\tilde{x}_1} - \eta_{\tilde{x}_1} - v_{\tilde{x}_1}) - l_2(1 + \mu_{\tilde{x}_2} - \eta_{\tilde{x}_2} - v_{\tilde{x}_2}) - l_3(1 + \mu_{\tilde{x}_3} - \eta_{\tilde{x}_3} - v_{\tilde{x}_3}) + l_2(1 + \mu_{\tilde{x}_2} - \eta_{\tilde{x}_2} - v_{\tilde{x}_2})| + |m_1(1 + \mu_{\tilde{x}_1} - \eta_{\tilde{x}_1} - v_{\tilde{x}_1}) - m_2(1 + \mu_{\tilde{x}_2} - \eta_{\tilde{x}_2} - v_{\tilde{x}_2}) - m_3(1 + \mu_{\tilde{x}_3} - \eta_{\tilde{x}_3} - v_{\tilde{x}_3}) + m_2(1 + \mu_{\tilde{x}_2} - \eta_{\tilde{x}_2} - v_{\tilde{x}_2})| + |u_1(1 + \mu_{\tilde{x}_1} - \eta_{\tilde{x}_1} - v_{\tilde{x}_1}) - u_2(1 + \mu_{\tilde{x}_2} - \eta_{\tilde{x}_2} - v_{\tilde{x}_2}) - u_3(1 + \mu_{\tilde{x}_3} - \eta_{\tilde{x}_3} - v_{\tilde{x}_3}) + u_2(1 + \mu_{\tilde{x}_2} - \eta_{\tilde{x}_2} - v_{\tilde{x}_2})|]$$

2. kısım:

$$\begin{aligned}
& d(\tilde{x}_1, \tilde{x}_2) + d(\tilde{x}_2, \tilde{x}_3) \\
&= \left[\frac{1}{6} (|(1 + \mu_{\tilde{x}_1} - \eta_{\tilde{x}_1} - v_{\tilde{x}_1})l_1 - (1 + \mu_{\tilde{x}_2} - \eta_{\tilde{x}_2} - v_{\tilde{x}_2})l_2| \right. \\
&\quad + |(1 + \mu_{\tilde{x}_1} - \eta_{\tilde{x}_1} - v_{\tilde{x}_1})m_1 - (1 + \mu_{\tilde{x}_2} - \eta_{\tilde{x}_2} - v_{\tilde{x}_2})m_2| \\
&\quad + |(1 + \mu_{\tilde{x}_1} - \eta_{\tilde{x}_1} - v_{\tilde{x}_1})u_1 - (1 + \mu_{\tilde{x}_2} - \eta_{\tilde{x}_2} - v_{\tilde{x}_2})u_2|) \Big] \\
&\quad + \left[\frac{1}{6} (|(1 + \mu_{\tilde{x}_2} - \eta_{\tilde{x}_2} - v_{\tilde{x}_2})l_2 - (1 + \mu_{\tilde{x}_3} - \eta_{\tilde{x}_3} - v_{\tilde{x}_3})l_3| \right. \\
&\quad + |(1 + \mu_{\tilde{x}_2} - \eta_{\tilde{x}_2} - v_{\tilde{x}_2})m_2 - (1 + \mu_{\tilde{x}_3} - \eta_{\tilde{x}_3} - v_{\tilde{x}_3})m_3| \\
&\quad + |(1 + \mu_{\tilde{x}_2} - \eta_{\tilde{x}_2} - v_{\tilde{x}_2})u_2 - (1 + \mu_{\tilde{x}_3} - \eta_{\tilde{x}_3} - v_{\tilde{x}_3})u_3|) \Big] \\
&= \frac{1}{6} [(|(1 + \mu_{\tilde{x}_1} - \eta_{\tilde{x}_1} - v_{\tilde{x}_1})l_1 - (1 + \mu_{\tilde{x}_2} - \eta_{\tilde{x}_2} - v_{\tilde{x}_2})l_2| \\
&\quad + |(1 + \mu_{\tilde{x}_1} - \eta_{\tilde{x}_1} - v_{\tilde{x}_1})m_1 - (1 + \mu_{\tilde{x}_2} - \eta_{\tilde{x}_2} - v_{\tilde{x}_2})m_2| \\
&\quad + |(1 + \mu_{\tilde{x}_1} - \eta_{\tilde{x}_1} - v_{\tilde{x}_1})u_1 - (1 + \mu_{\tilde{x}_2} - \eta_{\tilde{x}_2} - v_{\tilde{x}_2})u_2|) \\
&\quad + (|(1 + \mu_{\tilde{x}_2} - \eta_{\tilde{x}_2} - v_{\tilde{x}_2})l_2 - (1 + \mu_{\tilde{x}_3} - \eta_{\tilde{x}_3} - v_{\tilde{x}_3})l_3| \\
&\quad + |(1 + \mu_{\tilde{x}_2} - \eta_{\tilde{x}_2} - v_{\tilde{x}_2})m_2 - (1 + \mu_{\tilde{x}_3} - \eta_{\tilde{x}_3} - v_{\tilde{x}_3})m_3| \\
&\quad + |(1 + \mu_{\tilde{x}_2} - \eta_{\tilde{x}_2} - v_{\tilde{x}_2})u_2 - (1 + \mu_{\tilde{x}_3} - \eta_{\tilde{x}_3} - v_{\tilde{x}_3})u_3|)]
\end{aligned}$$

1. kısım ve 2. kısmı daha rahat karşılaştırabilmek için m ve u içeren işlemler sonucunda sıfır geldiğini varsayalım. 1. kısımda kalan eşitlik:

$$\begin{aligned}
d(\tilde{x}_1, \tilde{x}_3) &= \frac{1}{6} [|l_1(1 + \mu_{\tilde{x}_1} - \eta_{\tilde{x}_1} - v_{\tilde{x}_1}) - l_2(1 + \mu_{\tilde{x}_2} - \eta_{\tilde{x}_2} - v_{\tilde{x}_2}) \\
&\quad - l_3(1 + \mu_{\tilde{x}_3} - \eta_{\tilde{x}_3} - v_{\tilde{x}_3}) + l_2(1 + \mu_{\tilde{x}_2} - \eta_{\tilde{x}_2} - v_{\tilde{x}_2}) |]
\end{aligned}$$

2. kısımda kalan eşitlik:

$$\begin{aligned}
& d(\tilde{x}_1, \tilde{x}_2) + d(\tilde{x}_2, \tilde{x}_3) \\
&= \frac{1}{6} [(|(1 + \mu_{\tilde{x}_1} - \eta_{\tilde{x}_1} - v_{\tilde{x}_1})l_1 - (1 + \mu_{\tilde{x}_2} - \eta_{\tilde{x}_2} - v_{\tilde{x}_2})l_2|) \\
&\quad + (|(1 + \mu_{\tilde{x}_2} - \eta_{\tilde{x}_2} - v_{\tilde{x}_2})l_2 - (1 + \mu_{\tilde{x}_3} - \eta_{\tilde{x}_3} - v_{\tilde{x}_3})l_3|)]
\end{aligned}$$

$P = l_1(1 + \mu_{\tilde{x}_1} - \eta_{\tilde{x}_1} - v_{\tilde{x}_1})$, $Q = l_2(1 + \mu_{\tilde{x}_2} - \eta_{\tilde{x}_2} - v_{\tilde{x}_2})$ ve $S = l_3(1 + \mu_{\tilde{x}_3} - \eta_{\tilde{x}_3} - v_{\tilde{x}_3})$ ile gösterilsin. Bu durumda 1. kısım:

$$d(\tilde{x}_1, \tilde{x}_3) = \frac{1}{6} [|P - Q - S + Q|] = \frac{1}{6} [(P - Q) + (Q - S)]$$

2. kısım:

$$d(\tilde{x}_1, \tilde{x}_2) + d(\tilde{x}_2, \tilde{x}_3) = \frac{1}{6} [|P - Q| + |Q - S|]$$

Üçgen eşitsizliğinde iki sayının toplamlarının mutlak değeri, mutlak değerlerinin toplamından küçüktür. Öyleyse 1. kısımdaki parantezlerdeki değerlerin toplamının mutlak değeri, (2. kısımdaki) mutlak değerlerinin toplamından küçük olacaktır, yani;

$$|(P - Q) + (Q - S)| \leq |P - Q| + |Q - S|$$

Bu durum $d(\tilde{x}_1, \tilde{x}_3) \leq d(\tilde{x}_1, \tilde{x}_2) + d(\tilde{x}_2, \tilde{x}_3)$ eşitsizliğinin sağlandığını ispatlamaktadır.

4. BÖLÜM

BULANIK KÜME UZANTILARI İLE ÇOKLU KRİTER ALTINDA GRUPLA KARAR VERME

Bu bölümde karar vermede uygulanacak yöntemlerin aşamaları sunulacaktır.

$A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$ alternatifler kümesi, $C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ kriterler kümesi, $W = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$ kriterlerin ağırlıkları ($w_j \geq 0$, $j = 1, 2, \dots, n$ ve $\sum_{j=1}^n w_j = 1$), $D = \{D_1, D_2, \dots, D_l\}$ karar verici kümesi, $\lambda = \{\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_l\}$ karar vericilerin ağırlık vektörü, ($\lambda_k \geq 0$, $k = 1, 2, \dots, l$ ve $\sum_{k=1}^l \lambda_k = 1$) ve $X^{(k)} = (x_{ij}^{(k)})_{m \times n}$ k. karar vericinin karar matrisidir. $x_{ij}^{(k)}$ k. karar verici tarafından i. alternatifin j. kriterden aldığı bulanık değerdir.

Bu tez çalışmasında hem kriter ağırlıkları hem de karar verici ağırlıklarını elde etmek için aşağıdaki yöntem kullanılmıştır [153]:

Öncelikle kriterler (veya karar vericiler) en önemlisi ilk sırada yer alacak şekilde sıralanır. n kriterden g . sırada yer alan kriterin ağırlığını hesaplamak için Denklem (42) kullanılır.

$$w_{n,g} = 100 - s_n(g - 1) \quad (42)$$

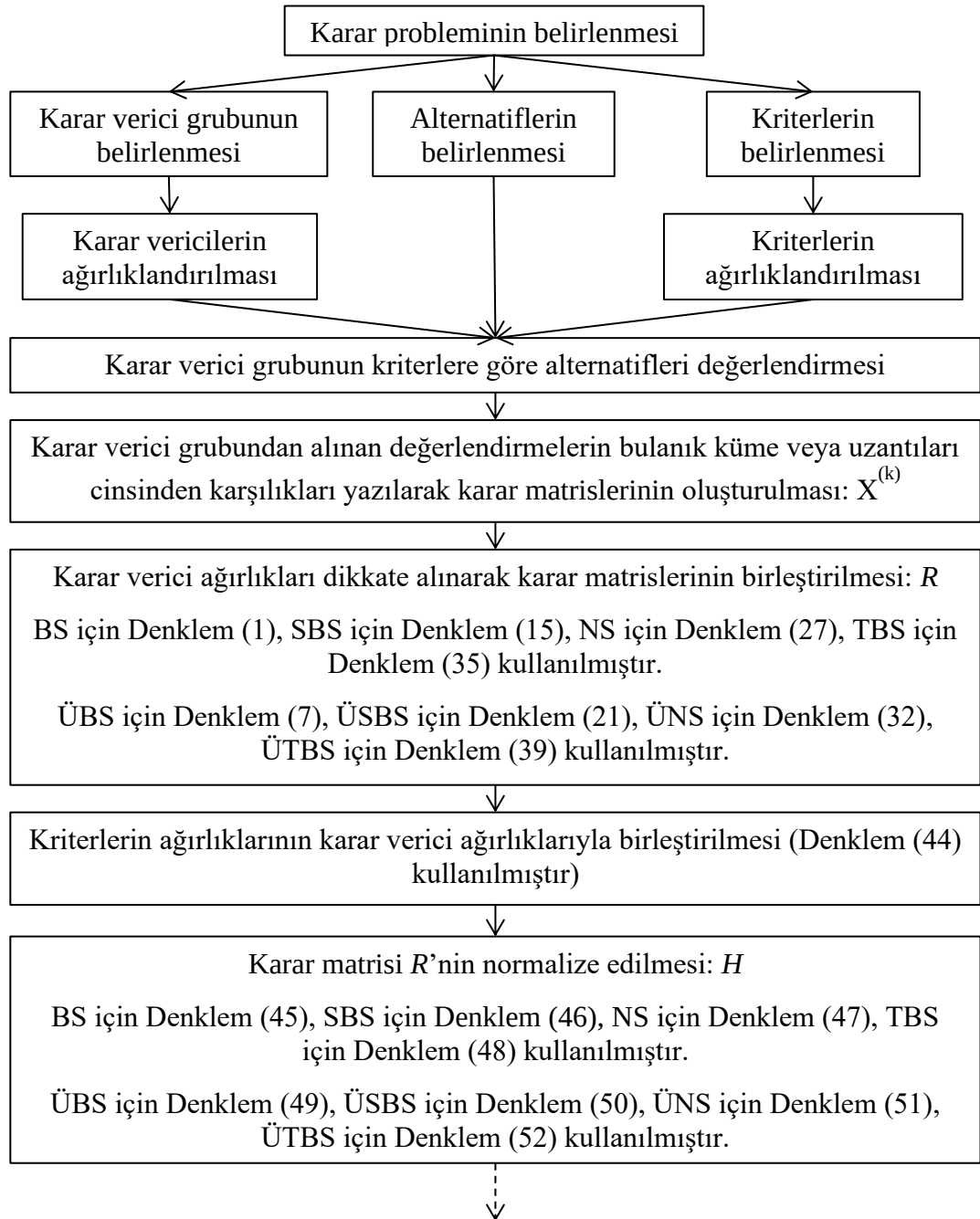
Burada $s_n = 3.195 + \frac{37.758}{n}$, $1 \leq n \leq 21$, $1 \leq g \leq n$, g ve n tam sayıdır. (21'den fazla kriter olduğunda negatif ağırlık atamasını engellemek için $1 \leq n \leq 21$ koşulu bulunmaktadır [153].)

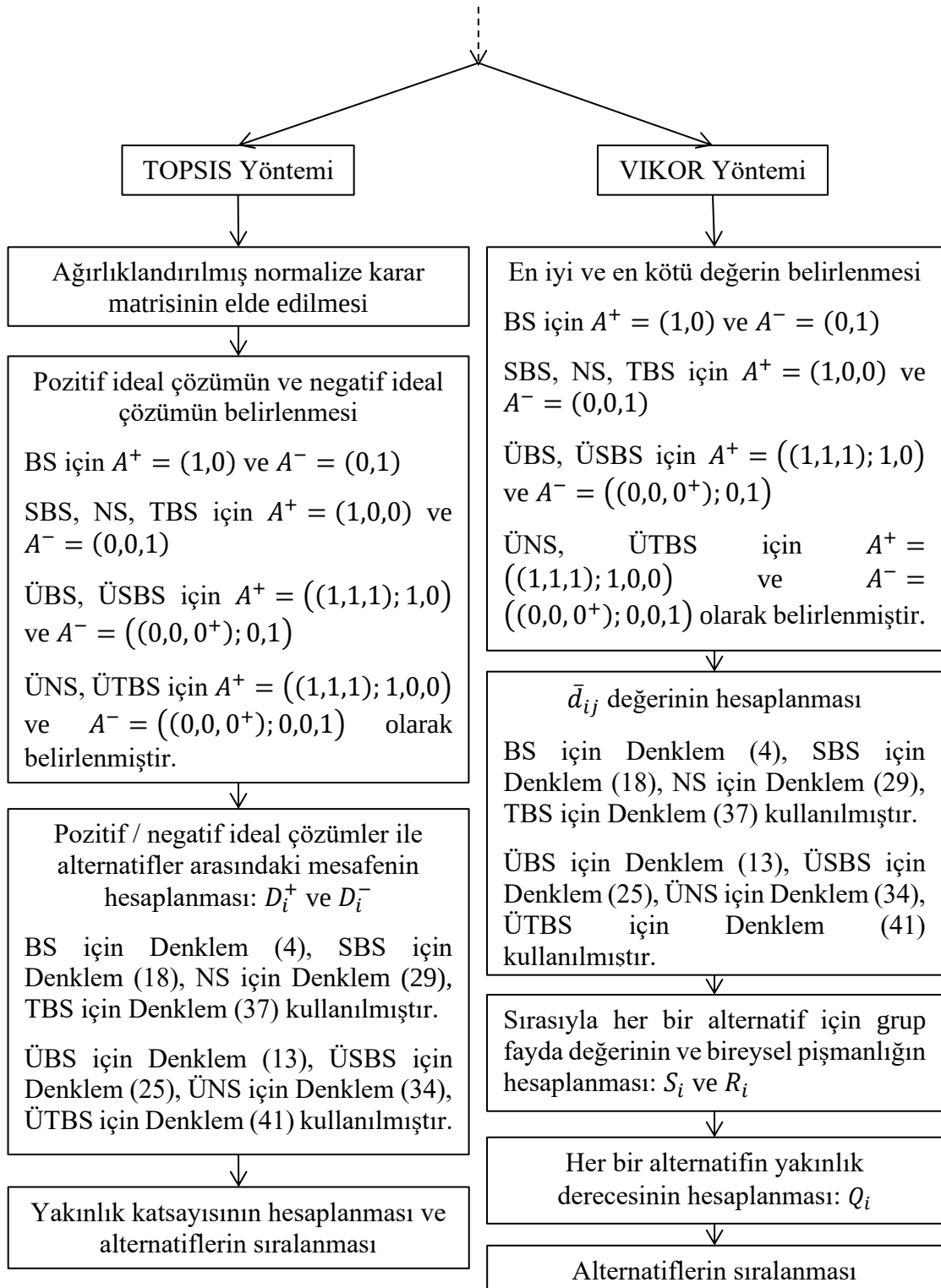
Dikkat edilirse Denklem (42) ile elde edilen ağırlıklarda ilk sırada yer alan kriterin ağırlığı 100 olacaktır. Bu çalışmada atanan ağırlıkların 0 ile 1 arasında yer alması ve toplamalarının 1'e eşit olması istenmektedir. Bu sebeple bu çalışmada Denklem (42) ile elde edilen ağırlıklar aşağıdaki Denklem (43) [154] ile normalize edilmiştir. ($g = 1, \dots, m$)

$$w_j = \frac{w_{n,g}}{\sum_{g=1}^n w_{n,g}} \quad (43)$$

Aşağıdaki yöntemlerde mesafe ölçüsü olarak Hamming kullanılmıştır; çünkü Öklid mesafe ölçüsü genellikle geometrik nesnelerin arasındaki mesafeyi hesaplamak için, Hamming mesafesi bilgi teorisinde kullanılmaktadır [155].

Genişletilmiş TOPSIS ve VIKOR yöntemlerinin adımları Şekil 4.1’de verilmiştir.





Şekil 4.1. Genişletilmiş TOPSIS ve VIKOR yöntemlerinin adımları

4.1. Bulanık Küme Uzantıları ile TOPSIS Yöntemi

Aşağıda sunulan yöntemlerin temel çatısı Chen [64]'in çalışmasından alınmıştır, adımların içeriği bulanık küme uzantıları için genişletilmiştir.

Kesikli bulanık sayılar ve uzantıları ile TOPSIS yöntemi aşamalarının detayları verildikten sonra üçgen bulanık sayılar ve uzantıları ile TOPSIS yöntemi aşamalarının detayları verilecektir.

4.1.1. Kesikli Bulanık Sayı Uzantıları ile TOPSIS Yöntemi

Adım 1: Karar vericilerden kriterlere göre alternatiflerin değerlendirmelerinin alınması ve bulanık sayı karşılıklarının kullanılarak karar matrislerinin oluşturulması.

$$X^{(k)} = \begin{bmatrix} x_{11}^{(k)} & \cdots & x_{1n}^{(k)} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1}^{(k)} & \cdots & x_{mn}^{(k)} \end{bmatrix}$$

Adım 2: Karar matrislerinin her bir karar vericinin ağırlığı dikkate alınarak tek bir karar matrisinde birleştirilmesi.

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & \cdots & r_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix}$$

Bulanık sayılar için Denklem (1), sezgisel bulanık sayı için Denklem (15), nütrosifik sayılar için Denklem (27) ve tasviri bulanık sayılar için Denklem (35) kullanılarak birleştirilmiş karar matrisi R elde edilir.

Adım 3: Kriter ağırlıklarının karar verici ağırlıklarıyla bir araya getirilmesi.

Bu adımda her bir karar vericinin kriterlere verdiği ağırlık ile kendi ağırlıkları Denklem (44) ile birleştirilmektedir.

$$w'_j = \sum_{k=1}^l \lambda_k \cdot w_j \quad (44)$$

$$j = 1, \dots, n \text{ için } W' = \{w'_1, w'_2, \dots, w'_n\}$$

Adım 4: Karar matrisinin normalize edilmesi.

H normalize edilmiş karar matrisi olmak üzere bu matrisin her bir elemanı h_{ij} ile gösterilmektedir.

Bu aşamada yapılan normalizasyon işleminden sonra karar matrisinin elemanları normalizasyon öncesindeki formatında kalmalıdır. Örneğin karar matrisinin elemanları sezgisel bulanık sayı ise normalizasyondan sonra da sezgisel bulanık sayı olmalıdır; çünkü ilerleyen aşamalarda kullanılacak olan mesafe ölçüleri her bir bulanık küme uzantısı için ayrı ayrı verilmiştir. Sezgisel bulanık sayılardan oluşan bir karar matrisinde doğrusal normalizasyon uygulandığında ([156] kaynağındaki gibi) karar matrisinin elemanları sezgisel bulanık sayı olarak kalmadığı için bu adımda vektörel normalizasyon tercih edilmiştir.

Bulanık sayılar için R 'deki her bir eleman $r_{ij} = (\mu_{ij}, v_{ij})$ Denklem (45) ile normalize edilerek normalize edilmiş karar matrisi elde edilir.

$$h_{ij} = \left(\frac{\mu_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m \mu_{ij}^2}}, 1 - \frac{\mu_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m \mu_{ij}^2}} \right) \quad (45)$$

Çalışmada bulanık sayılarla yapılacak birleştirme ve mesafe hesaplarında üyelik derecesi ile işlem yapılıyor olmasına rağmen gösterimlerde üye olmama derecesi de gösterilmiştir. Değerlerin normalizasyon işleminden sonra da bulanık sayı olması için μ değerleri normalize edilip, v değerleri birden normalize edilmiş değerin çıkarılmasıyla elde edilmiştir.

Sezgisel bulanık sayılar için R 'deki her bir eleman $r_{ij} = (\mu_{ij}, v_{ij})$ Denklem (46) ile normalize edilerek normalize edilmiş karar matrisi elde edilir.

$$h_{ij} = \left(\frac{\mu_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m \mu_{ij}^2}}, \frac{v_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m v_{ij}^2}} \right) \quad (46)$$

Nötrosofik sayılar için R 'deki her bir eleman $r_{ij} = (T_{ij}, I_{ij}, F_{ij})$ Denklem (47) ile normalize edilerek normalize edilmiş karar matrisi elde edilir.

$$h_{ij} = \left(\frac{T_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m T_{ij}^2}}, \frac{I_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m I_{ij}^2}}, \frac{F_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m F_{ij}^2}} \right) \quad (47)$$

Tasviri bulanık sayı için R 'deki her bir eleman $r_{ij} = (\mu_{ij}, \eta_{ij}, v_{ij})$ Denklem (48) ile normalize edilerek normalize edilmiş karar matrisi elde edilir.

$$h_{ij} = \left(\frac{\mu_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m \mu_{ij}^2}}, \frac{\eta_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m \eta_{ij}^2}}, \frac{v_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m v_{ij}^2}} \right) \quad (48)$$

Elde edilen normalize edilmiş karar matrisi:

$$H = \begin{bmatrix} h_{11} & \cdots & h_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{m1} & \cdots & h_{mn} \end{bmatrix}$$

Adım 5: Adım 3'te elde edilen ağırlıklar kullanılarak ağırlıklandırılmış normalize karar matrisinin elde edilmesi.

$$R' = H \cdot W' = \begin{bmatrix} r'_{11} & \cdots & r'_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r'_{m1} & \cdots & r'_{mn} \end{bmatrix}$$

Yukarıdaki gösterimde matris çarpımı yapılmamaktadır. Her bir kriterin ağırlığı ile alternatiflerdeki o kriter değeri teker teker çarpılmaktadır. Örneğin beşinci kriterin ağırlığının H matrisindeki alternatiflerin beşinci kriter ile kesiştiği bütün değerlerle ayrı ayrı çarpılmalıdır.

Bulanık sayı ve sezgisel bulanık sayı için;

$$R' = \begin{bmatrix} (\mu'_{11}, v'_{11}) & \cdots & (\mu'_{1n}, v'_{1n}) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ (\mu'_{m1}, v'_{m1}) & \cdots & (\mu'_{mn}, v'_{mn}) \end{bmatrix}$$

(Bulanık sayılar için karar matrisinin ağırlıklandırılması sadece μ değerleri üzerinden yapılmalıdır, v değerleri ise $1 - \mu$ işlemiyle bulunmalıdır. Aksi takdirde bulanık sayıların $\mu + v = 1$ özelliğini sağlamayabilir.)

Nötrosofik sayı için;

$$R' = \begin{bmatrix} (T'_{11}, I'_{11}, F'_{11}) & \cdots & (T'_{1n}, I'_{1n}, F'_{1n}) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ (T'_{m1}, I'_{m1}, F'_{m1}) & \cdots & (T'_{mn}, I'_{mn}, F'_{mn}) \end{bmatrix}$$

Tasviri bulanık sayı için;

$$R' = \begin{bmatrix} (\mu'_{11}, \eta'_{11}, v'_{11}) & \cdots & (\mu'_{1n}, \eta'_{1n}, v'_{1n}) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ (\mu'_{m1}, \eta'_{m1}, v'_{m1}) & \cdots & (\mu'_{mn}, \eta'_{mn}, v'_{mn}) \end{bmatrix}$$

formatındadır.

Adım 6: Pozitif ideal ve negatif ideal çözümlerin belirlenmesi.

Bulanık sayılar için;

Pozitif ideal çözüm: $A^+ = (1,0)$

Negatif ideal çözüm: $A^- = (0,1)$

Sezgisel bulanık sayılar (μ, π, v) , nötrosofik sayılar ve tasviri bulanık sayılar için;

Pozitif ideal çözüm: $A^+ = (1,0,0)$

Negatif ideal çözüm: $A^- = (0,0,1)$

Adım 7: Pozitif ideal çözüm ve negatif ideal çözüm ile alternatifler arasındaki mesafenin hesaplanması.

i. alternatif j. kriterin pozitif ideal çözüme olan uzaklığı $(d(A^+, r'_{ij}))$ bulanık sayılar için Denklem (4), sezgisel bulanık sayılar için Denklem (18), nötrosofik sayılar için Denklem (29), tasviri bulanık sayılar için Denklem (37) ile belirlenir. Burada iki bulanık sayı (ve uzantıları) arasındaki mesafenin hesaplanması gerektiği için $n=1$ alınarak hesap yapılır.

Bir alternatifin pozitif ideal çözüme ve negatif ideal çözüme olan uzaklığını (D_i^+ ve D_i^-) belirlemek için o alternatifin ağırlıklandırılmış normalize karar matrisindeki her bir kriterden uzaklığı hesaplanıp toplanmaktadır. ($i = 1, \dots, m$)

$$D_i^+ = \sum_{j=1}^n d(A^+, r'_{ij})$$

$$D_i^- = \sum_{j=1}^n d(A^-, r'_{ij})$$

Adım 8: Yakınlık katsayısının hesaplanması ve alternatiflerin sıralanması.

Her bir alternatif için yakınlık katsayısı aşağıdaki gibi hesaplanır. Yakınlık katsayısı en büyük olan alternatif en iyi alternatiftir.

$$C_i^* = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-}$$

4.1.2. Üçgen Bulanık Sayı Uzantıları ile TOPSIS Yöntemi

Adım 1: Karar vericilerden kriterlere göre alternatiflerin değerlendirmelerinin alınması ve bulanık sayı karşılıklarının kullanılarak karar matrislerinin oluşturulması.

$$X^{(k)} = \begin{bmatrix} x_{11}^{(k)} & \cdots & x_{1n}^{(k)} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1}^{(k)} & \cdots & x_{mn}^{(k)} \end{bmatrix}$$

Adım 2: Karar matrislerinin her bir karar vericinin ağırlığı dikkate alınarak tek bir karar matrisinde birleştirilmesi.

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & \cdots & r_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & \cdots & r_{mn} \end{bmatrix}$$

Üçgen bulanık sayılar için Denklem (7), üçgen sezgisel bulanık sayı için Denklem (21), üçgen nütrosöfik sayılar için Denklem (32) ve üçgen tasviri bulanık sayılar için Denklem (39) kullanılarak birleştirilmiş karar matrisi R elde edilir.

Adım 3: Kriter ağırlıklarının karar verici ağırlıklarıyla bir araya getirilmesi.

Bu adımda her bir karar vericinin kriterlere verdiği ağırlık ile kendi ağırlıkları Denklem (44) ile birleştirilmektedir.

Adım 4: Karar matrisinin normalize edilmesi.

H normalize edilmiş karar matrisi olmak üzere bu matrisin her bir elemanı h_{ij} ile gösterilmektedir. Bu aşamada yapılan normalizasyon işleminden sonra karar matrisinin elemanları normalizasyon öncesindeki formatında kalmalıdır. Örneğin karar matrisinin elemanları üçgen bulanık sayı ise normalizasyondan sonra da üçgen bulanık sayı olmalıdır. Bu sebeple üçgen bulanık küme ve uzantıları için doğrusal normalizasyon tercih edilmiştir.

Üçgen bulanık sayılar için [157] R 'deki her bir eleman $r_{ij} = ((l_{ij}, m_{ij}, u_{ij}); 1, 0)$ Denklem (49) ile normalize edilerek normalize edilmiş karar matrisi elde edilir.

$$h_{ij} = \left(\left(\frac{l_{ij}}{\max_{i=1,2,\dots,m} u_{ij}}, \frac{m_{ij}}{\max_{i=1,2,\dots,m} u_{ij}}, \frac{u_{ij}}{\max_{i=1,2,\dots,m} u_{ij}} \right); 1, 0 \right) \quad (49)$$

Üçgen sezgisel bulanık sayılar için [157] R 'deki her bir eleman $r_{ij} = ((l_{ij}, m_{ij}, u_{ij}); \mu_{ij}, v_{ij})$ Denklem (50) ile normalize edilerek normalize edilmiş karar matrisi elde edilir.

$$h_{ij} = \left(\left(\frac{l_{ij}}{\max_{i=1,2,\dots,m} u_{ij}}, \frac{m_{ij}}{\max_{i=1,2,\dots,m} u_{ij}}, \frac{u_{ij}}{\max_{i=1,2,\dots,m} u_{ij}} \right); \mu_{ij}, v_{ij} \right) \quad (50)$$

Üçgen nütrosifik sayılar için [138] R 'deki her bir eleman $r_{ij} = ((l_{ij}, m_{ij}, u_{ij}); T_{ij}, I_{ij}, F_{ij})$ Denklem (51) ile normalize edilerek normalize edilmiş karar matrisi elde edilir.

$$h_{ij} = \left(\left(\frac{l_{ij}}{\max_{i=1,2,\dots,m} u_{ij}}, \frac{m_{ij}}{\max_{i=1,2,\dots,m} u_{ij}}, \frac{u_{ij}}{\max_{i=1,2,\dots,m} u_{ij}} \right); T_{ij}, I_{ij}, F_{ij} \right) \quad (51)$$

Denklem (49), (50) ve (51)'den yola çıkarak üçgen tasviri bulanık sayı normalizasyonu için aşağıdaki denklem üçgen tasviri bulanık sayıların normalizasyonu için önerilmektedir. Denklem (52)'de diğer üç denklemdeki gibi sadece x-ekseninde bir normalizasyon önerilmiştir.

$$h_{ij} = \left(\left(\frac{l_{ij}}{\max_{i=1,2,\dots,m} u_{ij}}, \frac{m_{ij}}{\max_{i=1,2,\dots,m} u_{ij}}, \frac{u_{ij}}{\max_{i=1,2,\dots,m} u_{ij}} \right); \mu_{ij}, \eta_{ij}, v_{ij} \right) \quad (52)$$

Elde edilen normalize edilmiş karar matrisi:

$$H = \begin{bmatrix} h_{11} & \cdots & h_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{m1} & \cdots & h_{mn} \end{bmatrix}$$

Adım 5: Adım 3'te elde edilen ağırlıklar kullanılarak ağırlıklandırılmış normalize karar matrisinin elde edilmesi.

$$R' = H \cdot W' = \begin{bmatrix} r'_{11} & \cdots & r'_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r'_{m1} & \cdots & r'_{mn} \end{bmatrix}$$

Yukarıdaki gösterimde matris çarpımı yapılmamaktadır. Her bir kriterin ağırlığı ile alternatiflerdeki o kriter değeri teker teker çarpılmaktadır. Örneğin beşinci kriterin ağırlığının H matrisindeki alternatiflerin beşinci kriter ile kesiştiği bütün değerlerle ayrı ayrı çarpılmalıdır. Bu adımdaki çarpımlarda kriter ağırlığı ile l , m , u değerleri çarpılmaktadır.

Üçgen bulanık sayı için;

$$R' = \begin{bmatrix} ((l'_{11}, m'_{11}, u'_{11}); \mu_{11}, v_{11}) & \cdots & ((l'_{1n}, m'_{1n}, u'_{1n}); \mu_{1n}, v_{1n}) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ ((l'_{m1}, m'_{m1}, u'_{m1}); \mu_{m1}, v_{m1}) & \cdots & ((l'_{mn}, m'_{mn}, u'_{mn}); \mu_{mn}, v_{mn}) \end{bmatrix}$$

Üçgen sezgisel bulanık sayı için;

$$R' = \begin{bmatrix} ((l'_{11}, m'_{11}, u'_{11}); \mu_{11}, v_{11}) & \cdots & ((l'_{1n}, m'_{1n}, u'_{1n}); \mu_{1n}, v_{1n}) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ ((l'_{m1}, m'_{m1}, u'_{m1}); \mu_{m1}, v_{m1}) & \cdots & ((l'_{mn}, m'_{mn}, u'_{mn}); \mu_{mn}, v_{mn}) \end{bmatrix}$$

Üçgen nütrosifik sayı için;

$$R' = \begin{bmatrix} ((l'_{11}, m'_{11}, u'_{11}); T_{11}, I_{11}, F_{11}) & \cdots & ((l'_{1n}, m'_{1n}, u'_{1n}); T_{1n}, I_{1n}, F_{1n}) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ ((l'_{m1}, m'_{m1}, u'_{m1}); T_{m1}, I_{m1}, F_{m1}) & \cdots & ((l'_{mn}, m'_{mn}, u'_{mn}); T_{mn}, I_{mn}, F_{mn}) \end{bmatrix}$$

Üçgen tasviri bulanık sayı için;

$$R' = \begin{bmatrix} ((l'_{11}, m'_{11}, u'_{11}); \mu_{11}, \eta_{11}, v_{11}) & \cdots & ((l'_{1n}, m'_{1n}, u'_{1n}); \mu_{1n}, \eta_{1n}, v_{1n}) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ ((l'_{m1}, m'_{m1}, u'_{m1}); \mu_{m1}, \eta_{m1}, v_{m1}) & \cdots & ((l'_{mn}, m'_{mn}, u'_{mn}); \mu_{mn}, \eta_{mn}, v_{mn}) \end{bmatrix}$$

formatındadır.

Adım 6: Pozitif ideal ve negatif ideal çözümlerin belirlenmesi.

İdeal çözümler her bir bulanık küme uzantısı için aşağıdaki gibi belirlenmiştir. ($A^- > 0$ olması için 0^+ kullanılmıştır. 0^+ , 0'dan büyük ve 0'a çok yakın bir sayıdır.) Üçgen bulanık sayılar ve üçgen sezgisel bulanık sayılar için;

$$\text{Pozitif ideal çözüm: } A^+ = ((1,1,1); 1,0)$$

$$\text{Negatif ideal çözüm: } A^- = ((0,0,0^+); 0,1)$$

Üçgen nütrosifik sayılar ve üçgen tasviri bulanık sayılar için;

$$\text{Pozitif ideal çözüm: } A^+ = ((1,1,1); 1,0,0)$$

$$\text{Negatif ideal çözüm: } A^- = ((0,0,0^+); 0,0,1)$$

Adım 7: Pozitif ideal çözüm ve negatif ideal çözüm ile alternatifler arasındaki mesafenin hesaplanması.

Üçgen bulanık sayılar için Denklem (13), üçgen sezgisel bulanık sayılar için Denklem (25), üçgen nütrosifik sayılar için Denklem (34), üçgen tasviri bulanık sayılar için Denklem (41) ile mesafe hesabı yapılmaktadır.

Bir alternatifin pozitif ideal çözüme ve negatif ideal çözüme olan uzaklığını (D_i^+ ve D_i^-) belirlemek için o alternatifin ağırlıklandırılmış normalize karar matrisindeki her bir kriterden uzaklığı hesaplanıp toplanmaktadır. ($i = 1, \dots, m$)

$$D_i^+ = \sum_{j=1}^n d(A^+, r'_{ij})$$

$$D_i^- = \sum_{j=1}^n d(A^-, r'_{ij})$$

Adım 8: Yakınlık katsayısının hesaplanması ve alternatiflerin sıralanması.

Her bir alternatif için yakınlık katsayısı aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır. Yakınlık katsayısı en büyük olan alternatif en iyi alternatiftir.

$$C_i^* = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-}$$

4.2. Bulanık Küme Uzantıları ile VIKOR Yöntemi

Wan vd. [117] ve Efe vd. [158] makaleleri temel alınarak genişletilmiştir. Kesikli bulanık sayılar ve uzantıları ile VIKOR yöntemi aşamalarının detayları verildikten sonra üçgen bulanık sayılar ve uzantıları ile VIKOR yöntemi aşamalarının detayları verilecektir.

4.2.1. Kesikli Bulanık Sayı Uzantıları ile VIKOR Yöntemi

İlk dört adım 4.1.1. Kesikli Bulanık Sayı Uzantıları ile TOPSIS Yöntemi bölümündeki ilk dört adım ile aynıdır.

Adım 1: Karar vericilerden kriterlere göre alternatiflerin değerlendirmelerinin alınması ve bulanık sayı karşılıklarının kullanılarak karar matrislerinin oluşturulması.

Adım 2: Karar matrislerinin her bir karar vericinin ağırlığı dikkate alınarak tek bir karar matrisinde birleştirilmesi.

Adım 3: Kriter ağırlıklarının karar verici ağırlıklarıyla bir araya getirilmesi.

Adım 4: Karar matrisinin normalize edilmesi.

Adım 5: En iyi ve en kötü değerlerin belirlenmesi.

En iyi ve en kötü çözümler her bir bulanık küme uzantısı için aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

Bulanık sayılar için;

$$\text{En iyi çözüm: } A^+ = (1,0)$$

$$\text{En kötü çözüm: } A^- = (0,1)$$

Sezgisel bulanık sayılar, nütrosifik sayılar ve tasviri bulanık sayılar için;

$$\text{En iyi çözüm: } A^+ = (1,0,0)$$

$$\text{En kötü çözüm: } A^- = (0,0,1)$$

Adım 6: $\bar{d}_{ij}$ değerinin hesaplanması.

$$\bar{d}_{ij} = \frac{d(A^+, h_{ij})}{d(A^+, A^-)}$$

i. alternatif j. kriterin en iyi çözüme olan uzaklığı bulanık sayılar için Denklem (4), sezgisel bulanık sayılar için Denklem (18), nütrosifik sayılar için Denklem (29), tasviri bulanık sayılar için Denklem (37) ile belirlenir. Burada iki bulanık sayı (ve uzantıları) arasındaki mesafenin hesaplanması gerektiği için $n=1$ alınarak hesap yapılır.

Adım 7: Sırasıyla her bir alternatif için grup fayda değerini ve bireysel pişmanlığın hesaplanması S_i ve R_i .

$$S_i = \sum_{j=1}^n w'_j \cdot \bar{d}_{ij}$$

$$R_i = \max_{j=1, \dots, n} (w'_j \cdot \bar{d}_{ij})$$

Adım 8: Her bir alternatife yakınlık derecesinin hesaplanması.

$$Q_i = v \left(\frac{S_i - S^+}{S^- - S^+} \right) + (1 - v) \left(\frac{R_i - R^+}{R^- - R^+} \right)$$

$S^+ = \min_i S_i$, $S^- = \max_i S_i$, $R^+ = \min_i R_i$, $R^- = \max_i R_i$ ve v maksimum grup faydası stratejisi için bir ağırlık ve $(1 - v)$ minimum bireysel pişmanlığın ağırlığıdır. ($0 \leq v \leq 1$)

Uzlaştırıcı çözümün “oy çokluğu ile” bulunabilmesi için $v > 0.5$ seçilmelidir, “reddetme (veto) ile” bulunabilmesi için $v < 0.5$ seçilmelidir, “fikir birliği ile” bulunabilmesi için $v = 0.5$ alınmalıdır.

Adım 9: Alternatiflerin Q_i , S_i ve R_i 'nin değerleri artan sırada olacak şekilde sıralanması.

Minimum Q_i değerine sahip alternatif A^1 eğer şu iki koşulu sağlarsa uzlaştırıcı çözüm olarak önerilir: (1.sıradaki alternatif A^1 , 2.sıradaki alternatif A^2 , m alternatif sayısıdır.)

$$\text{Koşul 1: (Kabul edilebilir avantaj)} \quad Q(A^2) - Q(A^1) \geq \frac{1}{m-1}$$

Koşul 2: (Karar vermede kabul edilebilir denge) En iyi alternatif yani minimum Q değerine sahip alternatif, S ve/veya R değerlerine göre yapılan sırada da en iyi sırada olmalıdır.

Yukarıdaki koşullardan biri sağlanmadığında uzlaştırıcı çözümlerin bir kümesi önerilmektedir. Eğer sadece Koşul 2 sağlanmadıysa, uzlaştırıcı çözümlerin kümesi A^1 ve A^2 alternatiflerinden oluşmaktadır. Eğer Koşul 1 sağlanmadıysa $Q(A^m) - Q(A^1) < \frac{1}{m-1}$ koşulunu sağlayan maksimum sayıdaki alternatiften $(A^1, A^2, \dots, A^m)$ oluşmaktadır. [159]

4.2.2. Üçgen Bulanık Sayı Uzantıları ile VIKOR Yöntemi

İlk dört adım 4.1.2. Üçgen Bulanık Sayı Uzantıları ile TOPSIS Yöntemi bölümündeki ilk dört adım ile aynıdır.

Adım 1: Karar vericilerden kriterlere göre alternatiflerin değerlendirmelerinin alınması ve bulanık sayı karşılıklarının kullanılarak karar matrislerinin oluşturulması.

Adım 2: Karar matrislerinin her bir karar vericinin ağırlığı dikkate alınarak tek bir karar matrisinde birleştirilmesi.

Adım 3: Kriter ağırlıklarının karar verici ağırlıklarıyla bir araya getirilmesi.

Adım 4: Karar matrisinin normalize edilmesi.

Adım 5: En iyi ve en kötü değerlerin belirlenmesi.

En iyi ve en kötü çözümler her bir bulanık küme uzantısı için aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

Üçgen bulanık sayılar ve üçgen sezgisel bulanık sayılar için;

$$\text{En iyi çözüm: } A^+ = ((1,1,1); 1,0)$$

$$\text{En kötü çözüm: } A^- = ((0,0,0^+); 0,1)$$

Üçgen nütrosifik sayılar ve üçgen tasviri bulanık sayılar için;

$$\text{En iyi çözüm: } A^+ = ((1,1,1); 1,0,0)$$

$$\text{En kötü çözüm: } A^- = ((0,0,0^+); 0,0,1)$$

Adım 6: $\bar{d}_{ij}$ değerinin hesaplanması.

$$\bar{d}_{ij} = \frac{d(A^+, h_{ij})}{d(A^+, A^-)}$$

Üçgen bulanık sayılar için Denklem (13), üçgen sezgisel bulanık sayılar için Denklem (25), üçgen nütrosifik sayılar için Denklem (34), üçgen tasviri bulanık sayılar için Denklem (41) ile mesafe hesabı yapılmaktadır.

Adım 7: Sırasıyla her bir alternatif için grup fayda değerini ve bireysel pişmanlığın hesaplanması S_i ve R_i .

Adım 8: Her bir alternatifin yakınlık derecesinin hesaplanması.

Adım 9: Alternatiflerin Q_i , S_i ve R_i 'nin değerleri artan sırada olacak şekilde sıralanması.

5. BÖLÜM

BULANIK KÜME UZANTILARI İLE ÇOKLU KRİTER ALTINDA GRUPLA KARAR VERME UYGULAMASI

Bu bölümde bulanık küme uzantıları ile çoklu kriter altında grupla karar verme için önerilen yöntemlerin uygulaması sunulmuştur. Erciyes Üniversitesi kampüsünde yer alan kafe ve restoranlar arasında en iyi olanın belirlenmesi için ilk olarak internet üzerinden bir anket yapılmıştır. Ankette kampüsteki 9 kafe/ restoran için 7 kritere göre katılımcıların değerlendirmeleri alınmıştır. Anket sorularında katılımcılara isterlerse birden fazla cevap verebilme imkânı sunulmuştur. Birden fazla cevap veren katılımcılardan bu cevaplarını sıraya koymaları da istenmiştir. Örneğin, “Çok Kötü” ve “Kötü” seçeneklerini işaretleyen bir katılımcı bu ikisinden ilk tercihine 1 ve ikinci tercihine 2 yazmıştır. Birden fazla cevap kesikli nütrosofık sayılar ile yapılan uygulama için gerekmektedir. Diğer kesikli ve sürekli bulanık sayı ve uzantılarıyla yapılan uygulamalarda, ilk sıradaki cevaplar kullanılmıştır.

Ankete katılanlara kafeye/restorana gitme sıklığı sorularak D_1 : 2 gün ve altı gidenler, D_2 : 3 – 5 gün gidenler ve D_3 : 5 gün ve üzeri gidenler olmak üzere üç farklı karar verici profili elde edilmiştir. Katılımcıların kafe/restorana gitme sıklığını öğrenmek için ankette verilen cevap şablonu Tablo 5.1’de verilmiştir.

Tablo 5.1. Kafe/restorana gitme sıklığını öğrenmek için kullanılan cevap şablonu

Kafe ve restoranlara gitme sıklığınız:	
	Haftada 2 gün ve altı
	Haftada 3-5 gün
✓	Haftada 5 gün ve üzeri

Katılımcıların alternatif değerlendirmelerini almak için ankette kullanılan cevap şablonu “Lezzet” kriteri için Tablo 5.2’de verilmiştir. “Fiyat”, “Konum”, “Konfor”, “Hizmet”, “Ürün çeşitliliği”, “Hijyen/ Temizlik” kriterleri için de aynı şablon kullanılmıştır.

Tablo 5.2. “Lezzet” kriteri için katılımcılara sunulan cevap şablonu

Lezzet açısından aşağıdaki kafe ve restoranları değerlendiriniz.								
	Çok İyi	İyi	Biraz İyi	Orta	Biraz Kötü	Kötü	Çok Kötü	Fikrim Yok
Bodrum Kafe								
Corner Kafe								
Harika Kafe								
Shadow Kafe								
Simitçi Dünyası								
Şenay Hanım'ın Mutfığı								
Göl Kafe								
Botanik Alakart								
Erdağ Kafe								

Ankete katılanlardan elde edilen verilerle her bir profile uyanlar kendi aralarında bir araya getirilerek üç farklı karar matrisi elde edilmiştir.

5.1. Bulanık Küme Uzantıları ile TOPSIS ve VIKOR Yöntemleri Uygulaması

Bu kısımda Erciyes Üniversitesi kampüsünde yer alan toplam 9 adet kafe ve restoran arasından en iyi olanı bulanık küme ve uzantıları için genişletilmiş TOPSIS ve VIKOR yöntemleriyle belirlenmiştir. Bunun için öncelikle alternatifler ve kriterler belirlenmiştir. Kampüsteki kafe ve restoranların hepsi uygulamaya dahil edilmemiştir. A_1 : Bodrum Kafe, A_2 : Corner Kafe, A_3 : Harika Kafe, A_4 : Shadow Kafe, A_5 : Simitçi Dünyası, A_6 : Şenay Hanım'ın Mutfığı, A_7 : Göl Kafe, A_8 : Botanik Alakart, A_9 : Erdağ Kafe’den oluşan toplam $m = 9$ alternatif dikkate alınmıştır. C_1 : Lezzet, C_2 : Fiyat, C_3 : Konum, C_4 : Konfor, C_5 : Hizmet, C_6 : Ürün Çeşitliliği, C_7 : Hijyen/Temizlik’ten oluşan toplam $n = 7$ kriter bulunmaktadır.

Kriterlerin ağırlık vektörünü belirlemek için öncelikle kriterlerin önem sırası belirlenmiştir. İlk sırada C_7 : *Hijyen/Temizlik*, ikinci sırada C_1 : *Lezzet*, üçüncü sırada C_3 : *Konum*, dördüncü sırada C_2 : *Fiyat*, beşinci sırada C_5 : *Hizmet*, altıncı sırada C_4 : *Konfor* ve yedinci sırada C_6 : *Ürün Çeşitliliği*'ne yer verilmiştir. Daha sonra $s_n = 3.195 + \frac{37.758}{n}$ değeri $n = 7$ için hesaplanmıştır ve $s_7 = 3.195 + \frac{37.758}{7} = 8.589$ elde edilmiştir. Denklem (42) kullanılarak her bir kriterin sırasına göre ağırlıkları elde edilmiştir. İlk sıradaki kriter C_7 'nin ağırlığı: $w_{7,1} = 100 - 8.589(1 - 1) = 100$. İkinci sırada yer alan kriter C_1 'in ağırlığı: $w_{7,2} = 100 - 8.589(2 - 1) = 91.411$. Üçüncü sırada yer alan kriter C_3 'ün ağırlığı: $w_{7,3} = 100 - 8.589(3 - 1) = 82.822$. Dördüncü sırada yer alan kriter C_2 'nin ağırlığı: $w_{7,4} = 100 - 8.589(4 - 1) = 74.233$. Beşinci sırada yer alan kriter C_5 'in ağırlığı: $w_{7,5} = 100 - 8.589(5 - 1) = 65.644$. Altıncı sırada yer alan kriter C_4 'ün ağırlığı: $w_{7,6} = 100 - 8.589(6 - 1) = 57.055$. Yedinci sırada yer alan C_6 'nın ağırlığı: $w_{7,7} = 100 - 8.589(7 - 1) = 48.466$. Karar verici ağırlıklarının 0 ile 1 arasında olması için Denklem (43) ile normalize edilmiştir.

Kriter C_7 'nin ağırlığı:

$$w_7 = \frac{w_{7,1}}{w_{7,1} + \dots + w_{7,7}} = \frac{100}{100 + \dots + 48.466} = \frac{100}{519.631} = 0.192$$

Kriter C_1 'in ağırlığı:

$$w_1 = \frac{w_{7,2}}{w_{7,1} + \dots + w_{7,7}} = \frac{91.411}{100 + \dots + 48.466} = \frac{91.411}{519.631} = 0.176$$

Kriter C_3 'ün ağırlığı:

$$w_3 = \frac{w_{7,3}}{w_{7,1} + \dots + w_{7,7}} = \frac{82.822}{100 + \dots + 48.466} = \frac{82.822}{519.631} = 0.159$$

Kriter C_2 'nin ağırlığı:

$$w_2 = \frac{w_{7,4}}{w_{7,1} + \dots + w_{7,7}} = \frac{74.233}{100 + \dots + 48.466} = \frac{74.233}{519.631} = 0.143$$

Kriter C_5 'in ağırlığı:

$$w_5 = \frac{w_{7,5}}{w_{7,1} + \dots + w_{7,7}} = \frac{65.644}{100 + \dots + 48.466} = \frac{65.644}{519.631} = 0.126$$

Kriter C_4 'ün ağırlığı:

$$w_4 = \frac{w_{7,6}}{w_{7,1} + \dots + w_{7,7}} = \frac{57.055}{100 + \dots + 48.466} = \frac{57.055}{519.631} = 0.110$$

Kriter C_6 'nın ağırlığı:

$$w_6 = \frac{w_{7,7}}{w_{7,1} + \dots + w_{7,7}} = \frac{48.466}{100 + \dots + 48.466} = \frac{48.466}{519.631} = 0.093$$

Böylece kriterlerin ağırlıkları $W = \{w_1 = 0.176, w_2 = 0.143, w_3 = 0.159, w_4 = 0.110, w_5 = 0.126, w_6 = 0.093, w_7 = 0.192\}$ elde edilmiştir.

Karar vericilerin ağırlık vektörünü belirlemek için öncelikle karar vericilerin önem sırası belirlenmiştir. Sıklıkla kafeye/restorana giden bir kişi daha çok gözlem imkanına sahip olacağı için daha iyi kıyaslama yapacaktır, bu sebeple ilk sırada D_3 : 5 gün ve üzeri gidenler, ikinci sırada D_2 : 3 – 5 gün gidenler ve son sırada D_1 : 2 gün ve altı gidenler'e yer verilmiştir. Daha sonra $s_n = 3.195 + \frac{37.758}{n}$ değeri $n = 3$ için hesaplanmıştır ve $s_3 = 3.195 + \frac{37.758}{3} = 15.781$ elde edilmiştir. Denklem (42) kullanılarak her bir karar vericinin sırasına göre ağırlıkları elde edilmiştir. İlk sıradaki karar verici D_3 'ün ağırlığı: $w_{3,1} = 100 - 15.781(1 - 1) = 100$. İkinci sırada yer alan karar verici D_2 'nin ağırlığı: $w_{3,2} = 100 - 15.781(2 - 1) = 84.219$. Üçüncü sırada yer alan karar verici D_1 'in ağırlığı: $w_{3,3} = 100 - 15.781(3 - 1) = 68.438$. Karar verici ağırlıklarının 0 ile 1 arasında olması için Denklem (43) ile normalize edilmiştir.

Karar verici D_3 : 5 gün ve üzeri gidenler'in ağırlığı:

$$\lambda_3 = \frac{w_{3,1}}{w_{3,1} + w_{3,2} + w_{3,3}} = \frac{100}{100 + 84.219 + 68.438} = \frac{100}{252.657} = 0.396$$

Karar verici D_2 : 3 – 5 gün gidenler’in ağırlığı:

$$\lambda_2 = \frac{w_{3,2}}{w_{3,1} + w_{3,2} + w_{3,3}} = \frac{84.219}{100 + 84.219 + 68.438} = \frac{84.219}{252.657} = 0.333$$

Karar verici D_1 : 2 gün ve altı gidenler’in ağırlığı:

$$\lambda_1 = \frac{w_{3,3}}{w_{3,1} + w_{3,2} + w_{3,3}} = \frac{68.438}{100 + 84.219 + 68.438} = \frac{68.438}{252.657} = 0.271$$

Böylece karar vericilerin ağırlık vektörü $\lambda = \{\lambda_1 = 0.271, \lambda_2 = 0.333, \lambda_3 = 0.396\}$ elde edilmiştir.

5.1.1. Kesikli Bulanık Sayı Uzantıları ile TOPSIS Yöntemi

Adım 1: Karar vericilerden kriterlere göre alternatiflerin değerlendirmelerinin alınması ve bulanık sayı karşılıklarının kullanılarak karar matrislerinin oluşturulması.

Bu uygulama çalışmasında anket yoluyla alınan değerlendirmelerin yüzdeleri kullanılarak karar matrisleri oluşturulmuştur. Karar matrislerini oluştururken “2 gün ve altı gidenler”, “3-5 gün gidenler”, “5 gün ve üzeri gidenler”in her birinin değerlendirmesi kendi arasında bir araya getirilerek üç farklı karar matrisi elde edilmiştir. Ankette alternatifin kriteri karşılama derecesi “Çok Kötü, Kötü, Biraz Kötü, Orta, Biraz İyi, İyi” ve “Çok İyi” seçeneklerinden biriyle eğer bir bilgisi/ fikri yoksa “Fikrim Yok” seçeneğiyle cevaplanmıştır.

Karar matrislerini oluştururken ilk olarak karar verici tiplerine göre eldeki veriler ayrıştırılmıştır. BS, SBS ve TBS ile yapılan uygulamalar için karar matrisleri oluşturulurken katılımcılardan alınan birinci sıradaki cevaplar kullanılmıştır. NS ile yapılan uygulama için karar matrisleri oluşturulurken katılımcıların verdiği tüm cevaplar kullanılmıştır. Örneğin ilk sırada “Çok İyi” ikinci sırada “İyi” olarak yapılan bir değerlendirme için BS ile yapılan matrislerde sadece “Çok İyi”, NS ile yapılan matrislerde her ikisi de dikkate alınmıştır. Katılımcılardan alınan değerlendirmelerden biri Tablo 5.3’te verilmiştir. NS ile oluşturulacak matriste Tablo 5.3 olduğu gibi kullanılırken BS ile oluşturulacak matriste Tablo 5.4’teki veriler kullanılmıştır. (Tablo 5.4, Tablo 5.3’teki soldan ilk veriler ile oluşturulmuştur.) (Tablo içlerindeki

değerlendirmeler kısaltılarak verilmiştir: Ç İ- Çok İyi, İ- İyi, B İ- Biraz İyi, O- Orta, B K- Biraz Kötü, K- Kötü, Ç K- Çok Kötü, F Y- Fikrim Yok.)

Tablo 5.3. D₃ profilindeki bir katılımcının değerlendirmeleri

4.5.2019 11:21:04 (Zaman Etiketi)													
Alternatifler	Lezzet		Fiyat		Konum		Konfor		Hizmet		Ürün Ç.		Hijyen/Temiz.
B. K.	İ	B İ	B İ	O	Ç İ	İ	İ	B İ	İ	B İ	B İ	O	Ç İ
C. K.	İ	O	O	B K	İ	B İ	İ	B İ	İ	B İ	B İ	O	Ç İ
H. K.	Ç İ	İ	B İ	O	Ç İ	İ	B İ	O	Ç İ	İ	İ	B İ	Ç İ
S. K.	İ	B İ	İ	B İ	İ	B İ	B İ	O	İ	B İ	B İ	O	Ç İ
S. D.	Ç İ	İ	İ	B İ	İ	B İ	B İ	O	İ	B İ	İ	B İ	Ç İ
Ş. H. M.	Ç İ	İ	B İ	O	B İ	O	B İ	O	İ	B İ	B İ	O	Ç İ
G. K.	İ	B İ	B İ	O	B İ	O	O	B K	B İ	O	İ	B İ	Ç İ
B. A.	İ	B İ	O	B K	B İ	O	O	B K	B İ	O	İ	B İ	Ç İ
E. K.	İ	B İ	B K	K	İ	B İ	O	B K	İ	B İ	B İ	O	Ç İ

Tablo 5.4. D₃ profilindeki bir katılımcının ilk sıradaki değerlendirmeleri

4.5.2019 11:21:04 (Zaman Etiketi)							
Alternatifler	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Ç.	Hijyen/Temiz.
B. K.	İ	B İ	Ç İ	İ	İ	B İ	Ç İ
C. K.	İ	O	İ	İ	İ	B İ	Ç İ
H. K.	Ç İ	B İ	Ç İ	B İ	Ç İ	İ	Ç İ
S. K.	İ	İ	İ	B İ	İ	B İ	Ç İ
S. D.	Ç İ	İ	İ	B İ	İ	İ	Ç İ
Ş. H. M.	Ç İ	B İ	B İ	B İ	İ	B İ	Ç İ
G. K.	İ	B İ	B İ	O	B İ	İ	Ç İ
B. A.	İ	O	B İ	O	B İ	İ	Ç İ
E. K.	İ	B K	İ	O	İ	B İ	Ç İ

Karar verici tiplerine göre elde edilen veriler ayrıldıktan sonra alternatiflere göre verilen cevaplar alt alta sıralanmıştır. “Bodrum Kafe” alternatifi için “5 gün ve üzeri gidenler” (D₃ profilindekiler) tarafından yapılan değerlendirmeler Tablo 5.5’te verilmiştir. (Tablo 5.5, BS, SBS veya TBS kullanarak karar matrisi oluşturmak için uygundur.) (Ankete katılanlardan 18’i haftada “5 gün ve üzeri” kafe/restorana gitmektedir.) Diğer alternatiflerde aynı şekilde sıralanmıştır.

Tablo 5.5. “Bodrum Kafe”nin D_3 profilindekiler tarafından yapılan değerlendirmeleri

Bodrum Kafe							
Katılımcı	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Ç.	Hijyen/Temiz.
1	Ç K	Ç K	İ	İ	İ	B İ	K
2	İ	B İ	B İ	B K	B İ	B İ	Ç İ
3	İ	İ	İ	İ	Ç İ	İ	Ç İ
4	İ	K	Ç İ	İ	İ	Ç İ	B İ
5	Ç İ	İ	İ	Ç İ	İ	İ	İ
6	F Y	O	O	O	F Y	İ	B İ
7	İ	B İ	Ç İ	İ	İ	B İ	Ç İ
8	K	F Y	İ	Ç İ	Ç İ	Ç İ	Ç İ
9	İ	Ç İ	Ç İ	Ç İ	Ç İ	Ç İ	B İ
10	İ	B İ	B İ	B İ	O	B İ	B İ
11	Ç K	K	İ	Ç İ	İ	B İ	B İ
12	İ	F Y	F Y	F Y	F Y	F Y	F Y
13	B İ	O	B İ	O	O	O	O
14	İ	İ	B İ	İ	B İ	İ	Ç İ
15	O	İ	İ	O	O	O	O
16	F Y	K	B İ	İ	B İ	O	K
17	F Y	İ	Ç İ	İ	İ	F Y	B İ
18	F Y	K	F Y	F Y	O	İ	K

“5 gün ve üzeri gidenler” için karar matrisi oluşturulurken sadece “5 gün ve üzeri gidenler”in her bir alternatif ve kriter için verdiği değerlendirmeler kullanılmıştır. 3 tip karar vericinin her biri için bulanık sayılar, sezgisel bulanık sayılar, nütrosifik sayılar ve tasviri bulanık sayılar kullanılarak dörder adet karar matrisi oluşturulmuştur. **Bulanık sayılar** cinsinden karar matrisleri oluşturulurken, anket sorularına “Orta” veya üzerinde cevap verenlerin yüzdesi alternatifin ilgili kriteri karşılama derecesi (μ) olarak alınmıştır, karşılayamama derecesi ise $\nu = 1 - \mu$ ile hesaplanmıştır. Karar matrisi **sezgisel bulanık sayılar** cinsinden oluşturulurken, sorulara “İyi” veya “Çok İyi” cevabını verenlerin yüzdesi alternatifin ilgili kriteri karşılama derecesi (μ) olarak alınmıştır, “Çok Kötü” veya “Kötü” cevabı verenlerin yüzdesi ise karşılayamama derecesi (ν) olarak alınmıştır; alternatifin ilgili kriteri karşılama derecesi ile ilgili kararsızlık derecesi ise $\pi = 1 - \mu - \nu$ ile hesaplanmıştır. Karar matrisi **nütrosifik sayı** cinsinden oluşturulurken, “İyi” ve/veya “Çok İyi” cevabını verenlerin yüzdesi alternatifin ilgili kriteri karşılama derecesi (T) olarak alınmıştır, “Çok Kötü” ve/veya “Kötü” cevabı verenlerin yüzdesi ise

karşılayamama derecesi (F) olarak alınmıştır; “Biraz Kötü”, “Orta” ve/veya “Biraz İyi” cevaplarını verenlerin yüzdesi ise alternatifin ilgili kriteri karşılaması ile ilgili belirsizlik derecesi (I) olarak alınmıştır. *Tasviri bulanık sayılar* kullanılarak oluşturulan karar matrisinde “İyi” ve “Çok İyi” cevaplarını verenlerin yüzdesi alternatifin ilgili kriteri karşılama derecesi (μ) olarak alınmıştır, “Çok Kötü” ve “Kötü” cevabı verenlerin yüzdesi ise karşılayamama derecesi (ν) olarak alınmıştır; “Biraz Kötü, Orta, Biraz İyi” cevabı verenlerin yüzdesi ise alternatifin ilgili kriteri karşılaması ile ilgili belirsizlik derecesi (η) olarak alınmıştır. Alternatifin kriteri karşılayıp karşılamadığı ile ilgili bilgisi/fikri olmayanların yüzdesi (cevap vermeyi) reddedenlerin yüzdesini (ε) oluşturmaktadır. Bu değer $\varepsilon = 1 - \mu - \nu - \eta$ işlemiyle hesaplanmıştır.

Burada dikkat edilmesi gereken iki nokta bulunmaktadır. İlk olarak anlatılan ilk üç matris tipinde yüzdeler “Fikrim Yok” cevaplarını yok sayarak kalan yedi cevap üzerinden hesaplanmıştır. Örneğin sezgisel bulanık sayı cinsinden bir karar matrisi oluşturulurken alternatifin kriteri karşılamasıyla ilgili μ değeri ve alternatifin kriteri karşılamamasıyla ilgili ν değeri hesaplanmıştır. Bu iki değer hesaplanırken “Fikrim Yok” cevaplarının yüzdesi kararsızlık derecesini ifade eden π ’nin içerisinde yer almaktadır. Tasviri bulanık sayı cinsinden bir karar matrisi oluşturulurken “Fikrim Yok” yüzdesi ε ile ayrı olarak ifade edilmektedir. İkinci olarak ise nütrosifik sayılar cinsinden elde edilen matrisin sezgisel bulanık sayılarla oluşturulan matristen farklı olması için karar vericilerin anketteki sorulara tek cevap verme zorunluluğu bulunmamalıdır, iki ya da daha fazla cevap hakkı bulunmalıdır.

Uygulamada karar matrislerini oluşturmak ve gerekli hesaplamaları yapmak için Excel programından yararlanılmıştır. Alternatiflerin değerlendirmeleri Tablo 5.5’teki gibi listelendikten sonra yeni bir tablo oluşturularak ilgili alternatif ve kriterin kesiştiği hücreye yüzde hesabı için formül yazılmıştır. “5 gün ve üzeri gidenler” için BS ile oluşturulan karar matrisinde “Bodrum Kafe” ile “Lezzet” kriterinin kesiştiği hücreye “=**EĞERSAY (L16:L33; “=orta”) + EĞERSAY (L16:L33; “=biraz iyi”) + EĞERSAY (L16:L33; “=iyi”) + EĞERSAY (L16:L33; “=çok iyi”) / 18**” yazılmıştır. **L16:L33** ifadesi Tablo 5.5’teki “Lezzet” kriteri sütununu karşılamaktadır. **EĞERSAY (L16:L33; “=orta”)** ifadesi **L16:L33** aralığındaki “orta” kelimesinin sayısını bulmaktadır. “Orta” kelimesinden 1, “Biraz İyi” kelimesinden 1, “İyi” kelimesinden 8, “Çok İyi” kelimesinden 1 adet bulunmaktadır; 18 katılımcının verdiği bu cevapların yüzdesi (1 +

$1 + 8 + 1)/18 = 0,611$ bulunmaktadır. Bu değer “Bodrum Kafe”nin “Lezzet” kriterini karşılama derecesi (μ)’dir. (Diğer değerler Tablo 5.8’de yer almaktadır.)

Ankete katılan 149 kişiden D_1 profiline uyan karar vericilerin sayısı 82’dir.

Elemanları bulanık sayılardan oluşan karar matrisi $X_B^{(1)}$ Tablo 5.6’da verilmiştir. Elemanları sezgisel bulanık sayılardan oluşan karar matrisi $X_S^{(1)}$ Ek 1.1’de, elemanları nütrosifik sayılardan oluşan karar matrisi $X_N^{(1)}$ Ek 1.2’de, elemanları tasviri bulanık sayılardan oluşan karar matrisi $X_T^{(1)}$ Ek 1.3’te yer almaktadır.

Ankete katılanlardan D_2 profiline uyan karar vericilerin sayısı 49’dur.

Elemanları bulanık sayılardan oluşan karar matrisi $X_B^{(2)}$ Tablo 5.7’de verilmiştir. Elemanları sezgisel bulanık sayılardan oluşan karar matrisi $X_S^{(2)}$ Ek 2.1’de, elemanları nütrosifik sayılardan oluşan karar matrisi $X_N^{(2)}$ Ek 2.2’de, elemanları tasviri bulanık sayılardan oluşan karar matrisi $X_T^{(2)}$ Ek 2.3’te yer almaktadır.

Ankete katılanlardan D_3 profiline uyan karar vericilerin sayısı 18’dir.

Elemanları bulanık sayılardan oluşan karar matrisi $X_B^{(3)}$ Tablo 5.8’de verilmiştir. Elemanları sezgisel bulanık sayılardan oluşan karar matrisi $X_S^{(3)}$ Ek 3.1’de, elemanları nütrosifik sayılardan oluşan karar matrisi $X_N^{(3)}$ Ek 3.2’de, elemanları tasviri bulanık sayılardan oluşan karar matrisi $X_T^{(3)}$ Ek 3.3’te yer almaktadır.

Adım 2: Karar matrislerinin her bir karar vericinin ağırlığı dikkate alınarak tek bir karar matrisinde birleştirilmesi.

Elemanları bulanık sayılardan oluşan birleştirilmiş karar matrisi R_B Tablo 5.9’da verilmiştir. Elemanları sezgisel bulanık sayılardan oluşan birleştirilmiş karar matrisi R_S Ek 4.1’de, elemanları nütrosifik sayılardan oluşan birleştirilmiş karar matrisi R_N Ek 4.2’de, elemanları tasviri bulanık sayılardan oluşan birleştirilmiş karar matrisi R_T Ek 4.3’te yer almaktadır.

Tablo 5.6. D_1 için karar matrisi $X_B^{(1)}$

Alternatifler	Kriterler											
	Lezzet		Fiyat		Konum		Konfor		Hizmet		Ürün Çeşitliliği	
	μ	ν	μ	ν	μ	ν	μ	ν	μ	ν	μ	ν
B. K.	0,7439	0,2561	0,7073	0,2927	0,8415	0,1585	0,7927	0,2073	0,7927	0,2073	0,8171	0,1829
C. K.	0,5732	0,4268	0,561	0,439	0,6341	0,3659	0,5976	0,4024	0,6829	0,3171	0,6829	0,3171
H. K.	0,6707	0,3293	0,7073	0,2927	0,7317	0,2683	0,7317	0,2683	0,7561	0,2439	0,7439	0,2561
S. K.	0,7317	0,2683	0,6341	0,3659	0,7927	0,2073	0,7805	0,2195	0,7683	0,2317	0,7439	0,2561
S. D.	0,8415	0,1585	0,7195	0,2805	0,7561	0,2439	0,8537	0,1463	0,8415	0,1585	0,8049	0,1951
Ş. H. M.	0,6463	0,3537	0,5976	0,4024	0,622	0,378	0,6707	0,3293	0,6951	0,3049	0,6829	0,3171
G. K.	0,622	0,378	0,6098	0,3902	0,6463	0,3537	0,622	0,378	0,6463	0,3537	0,6463	0,3537
B. A.	0,5366	0,4634	0,5366	0,4634	0,5244	0,4756	0,5854	0,4146	0,622	0,378	0,5854	0,4146
E. K.	0,5854	0,4146	0,6098	0,3902	0,6829	0,3171	0,6463	0,3537	0,622	0,378	0,6585	0,3415

Tablo 5.7. D_2 için karar matrisi $X_B^{(2)}$

Alternatifler	Kriterler											
	Lezzet		Fiyat		Konum		Konfor		Hizmet		Ürün Çeşitliliği	
	μ	ν	μ	ν	μ	ν	μ	ν	μ	ν	μ	ν
B. K.	0,8367	0,1633	0,6531	0,3469	0,8571	0,1429	0,7551	0,2449	0,7959	0,2041	0,7347	0,2653
C. K.	0,4898	0,5102	0,5306	0,4694	0,551	0,449	0,5102	0,4898	0,5102	0,4898	0,551	0,449
H. K.	0,5918	0,4082	0,6122	0,3878	0,6939	0,3061	0,6122	0,3878	0,5714	0,4286	0,6122	0,3878
S. K.	0,6939	0,3061	0,5306	0,4694	0,8367	0,1633	0,8163	0,1837	0,6531	0,3469	0,7551	0,2449
S. D.	0,898	0,102	0,7551	0,2449	0,9388	0,0612	0,8776	0,1224	0,8776	0,1224	0,8776	0,1224
Ş. H. M.	0,6327	0,3673	0,5714	0,4286	0,6735	0,3265	0,6327	0,3673	0,6327	0,3673	0,6531	0,3469
G. K.	0,7551	0,2449	0,7347	0,2653	0,7551	0,2449	0,6735	0,3265	0,7143	0,2857	0,7143	0,2857
B. A.	0,4898	0,5102	0,5102	0,4898	0,5306	0,4694	0,5102	0,4898	0,5306	0,4694	0,4898	0,5102
E. K.	0,5102	0,4898	0,5918	0,4082	0,5918	0,4082	0,4898	0,5102	0,5102	0,4898	0,551	0,449

Tablo 5.8. D_3 için karar matrisi $X_B^{(3)}$

Alternatifler	Kriterler													
	Lezzet		Fiyat		Konum		Konfor		Hizmet		Ürün Çeşitliliği		Hijyen/ Temiz.	
	μ	ν	μ	ν	μ	ν	μ	ν	μ	ν	μ	ν	μ	ν
B. K.	0,6111	0,3889	0,6111	0,3889	0,8889	0,1111	0,8333	0,1667	0,8889	0,1111	0,8889	0,1111	0,7778	0,2222
C. K.	0,8333	0,1667	0,5	0,5	0,5556	0,4444	0,7778	0,2222	0,8889	0,1111	0,8889	0,1111	0,7222	0,2778
H. K.	0,7222	0,2778	0,6667	0,3333	0,7222	0,2778	0,7222	0,2778	0,8889	0,1111	0,8889	0,1111	0,7222	0,2778
S. K.	0,8889	0,1111	0,4444	0,5556	0,8333	0,1667	0,8333	0,1667	0,7778	0,2222	0,7778	0,2222	0,7222	0,2778
S. D.	0,8889	0,1111	0,7222	0,2778	0,8889	0,1111	0,8889	0,1111	0,8333	0,1667	0,8333	0,1667	0,7778	0,2222
Ş. H. M.	0,6667	0,3333	0,7222	0,2778	0,7778	0,2222	0,8333	0,1667	0,8889	0,1111	0,8889	0,1111	0,7778	0,2222
G. K.	0,7222	0,2778	0,6667	0,3333	0,6111	0,3889	0,7222	0,2778	0,8333	0,1667	0,8333	0,1667	0,6667	0,3333
B. A.	0,7778	0,2222	0,6111	0,3889	0,6667	0,3333	0,7222	0,2778	0,7778	0,2222	0,7778	0,2222	0,7778	0,2222
E. K.	0,8333	0,1667	0,6667	0,3333	0,6667	0,3333	0,6111	0,3889	0,8333	0,1667	0,8333	0,1667	0,7222	0,2778

Tablo 5.9. Birleştirilmiş karar matrisi R_B

Alternatifler	Kriterler													
	Lezzet		Fiyat		Konum		Konfor		Hizmet		Ürün Çeşitliliği		Hijyen/ Temiz.	
	μ	ν	μ	ν	μ	ν	μ	ν	μ	ν	μ	ν	μ	ν
B. K.	0,7399	0,2601	0,6534	0,3466	0,867	0,133	0,799	0,201	0,8389	0,1611	0,8301	0,1699	0,7646	0,2354
C. K.	0,6879	0,3121	0,5274	0,4726	0,577	0,423	0,6604	0,3396	0,7581	0,2419	0,765	0,235	0,6385	0,3615
H. K.	0,6694	0,3306	0,6616	0,3384	0,7158	0,2842	0,6925	0,3075	0,7845	0,2155	0,7888	0,2112	0,6888	0,3112
S. K.	0,8023	0,1977	0,531	0,469	0,8244	0,1756	0,8145	0,1855	0,7393	0,2607	0,7615	0,2385	0,7473	0,2527
S. D.	0,8811	0,1189	0,7329	0,2671	0,8873	0,1127	0,8763	0,1237	0,8516	0,1484	0,8663	0,1337	0,8088	0,1912
Ş. H. M.	0,6501	0,3499	0,6452	0,3548	0,7083	0,2917	0,7392	0,2608	0,7825	0,2175	0,7162	0,2838	0,7133	0,2867
G. K.	0,7104	0,2896	0,6776	0,3224	0,6751	0,3249	0,6813	0,3187	0,7555	0,2445	0,7006	0,2994	0,6575	0,3425
B. A.	0,6423	0,3577	0,5596	0,4404	0,5886	0,4114	0,626	0,374	0,6708	0,3292	0,6903	0,3097	0,6767	0,3233
E. K.	0,6945	0,3055	0,6278	0,3722	0,6482	0,3518	0,5851	0,4149	0,7021	0,2979	0,7184	0,2816	0,6436	0,3564

Adım 3: Kriter ağırlıklarının karar verici ağırlıklarıyla bir araya getirilmesi.

Denklem (44) kullanılarak kriter ağırlıkları karar vericilerin ağırlıklarına göre ağırlıklandırılmalıdır ve yeni kriter ağırlıkları $W' = \{w'_1, w'_2, \dots, w'_n\}$ elde edilmelidir.

Bu uygulamada kriterlerin önem sırasının her katılımcı için aynı olduğu varsayılması sebebiyle her katılımcıdan elde edilen kriter ağırlıkları da aynıdır. Karar vericilerin ve kriterlerin ağırlık değerleri sıfır ile bir arasında yer aldığı için Adım 3 sonrasındaki ağırlık vektörü ile öncesindeki ağırlık vektörü birbirine eşittir.

Adım 4: Karar matrisinin normalize edilmesi.

H normalize edilmiş karar matrisi olmak üzere bu matrisin her bir elemanı h_{ij} ile gösterilmektedir.

Bulanık sayılar için R 'deki her bir eleman $r_{ij} = (\mu_{ij}, v_{ij})$ Denklem (45), sezgisel bulanık sayılar için R 'deki her bir eleman $r_{ij} = (\mu_{ij}, v_{ij})$ Denklem (46), nütrosifik sayılar için R 'deki her bir eleman $r_{ij} = (T_{ij}, I_{ij}, F_{ij})$ Denklem (47) ve tasviri bulanık sayı için R 'deki her bir eleman $r_{ij} = (\mu_{ij}, \eta_{ij}, v_{ij})$ Denklem (48) ile normalize edilerek normalize edilmiş karar matrisi elde edilir.

Elemanları bulanık sayılardan oluşan normalize karar matrisi H_B Tablo 5.10'da verilmiştir. Elemanları sezgisel bulanık sayılardan oluşan normalize karar matrisi H_S Ek 5.1'de, elemanları nütrosifik sayılardan oluşan normalize karar matrisi H_N Ek 5.2'de, elemanları tasviri bulanık sayılardan oluşan normalize karar matrisi H_T Ek 5.3'te yer almaktadır.

Adım 5: Adım 3'te elde edilen ağırlıklar kullanılarak ağırlıklandırılmış normalize karar matrisinin elde edilmesi.

Elemanları bulanık sayılardan oluşan ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi R'_B Tablo 5.11'de verilmiştir. Elemanları sezgisel bulanık sayılardan oluşan ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi R'_S Ek 6.1'de, elemanları nütrosifik sayılardan oluşan ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi R'_N Ek 6.2'de, elemanları tasviri bulanık sayılardan oluşan ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi R'_T Ek 6.3'te yer almaktadır.

Tablo 5.10. Normalize karar matrisi H_B

Alternatifler	Kriterler													
	Lezzet		Fiyat		Konum		Konfor		Hizmet		Ürün Çeşitliliği		Hijyen/ Temiz.	
	μ	ν	μ	ν	μ	ν	μ	ν	μ	ν	μ	ν	μ	ν
B. K.	0,3409	0,6591	0,347	0,653	0,3962	0,6038	0,3674	0,6326	0,3647	0,6353	0,3632	0,6368	0,3607	0,6393
C. K.	0,3169	0,6831	0,2801	0,7199	0,2637	0,7363	0,3036	0,6964	0,3295	0,6705	0,3347	0,6653	0,3012	0,6988
H. K.	0,3084	0,6916	0,3514	0,6486	0,3271	0,6729	0,3184	0,6816	0,341	0,659	0,3451	0,6549	0,325	0,675
S. K.	0,3696	0,6304	0,282	0,718	0,3768	0,6232	0,3745	0,6255	0,3214	0,6786	0,3332	0,6668	0,3526	0,6474
S. D.	0,4059	0,5941	0,3893	0,6107	0,4055	0,5945	0,4029	0,5971	0,3702	0,6298	0,3791	0,6209	0,3816	0,6184
Ş. H. M.	0,2995	0,7005	0,3427	0,6573	0,3237	0,6763	0,3399	0,6601	0,3402	0,6598	0,3134	0,6866	0,3365	0,6635
G. K.	0,3273	0,6727	0,3599	0,6401	0,3085	0,6915	0,3133	0,6867	0,3284	0,6716	0,3066	0,6934	0,3102	0,6898
B. A.	0,2959	0,7041	0,2972	0,7028	0,269	0,731	0,2878	0,7122	0,2916	0,7084	0,3021	0,6979	0,3193	0,6807
E. K.	0,32	0,68	0,3335	0,6665	0,2962	0,7038	0,269	0,731	0,3052	0,6948	0,3144	0,6856	0,3036	0,6964

Tablo 5.11. Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi R'_B

Alternatifler	Kriterler													
	Lezzet		Fiyat		Konum		Konfor		Hizmet		Ürün Çeşitliliği		Hijyen/ Temiz.	
	μ	ν	μ	ν	μ	ν	μ	ν	μ	ν	μ	ν	μ	ν
B. K.	0,06	0,94	0,0496	0,9504	0,063	0,937	0,0404	0,9596	0,046	0,954	0,0338	0,9662	0,0693	0,9307
C. K.	0,0558	0,9442	0,0401	0,9599	0,0419	0,9581	0,0334	0,9666	0,0415	0,9585	0,0311	0,9689	0,0578	0,9422
H. K.	0,0543	0,9457	0,0503	0,9497	0,052	0,948	0,035	0,965	0,043	0,957	0,0321	0,9679	0,0624	0,9376
S. K.	0,0651	0,9349	0,0403	0,9597	0,0599	0,9401	0,0412	0,9588	0,0405	0,9595	0,031	0,969	0,0677	0,9323
S. D.	0,0714	0,9286	0,0557	0,9443	0,0645	0,9355	0,0443	0,9557	0,0466	0,9534	0,0353	0,9647	0,0733	0,9267
Ş. H. M.	0,0527	0,9473	0,049	0,951	0,0515	0,9485	0,0374	0,9626	0,0429	0,9571	0,0291	0,9709	0,0646	0,9354
G. K.	0,0576	0,9424	0,0515	0,9485	0,0491	0,9509	0,0345	0,9655	0,0414	0,9586	0,0285	0,9715	0,0596	0,9404
B. A.	0,0521	0,9479	0,0425	0,9575	0,0428	0,9572	0,0317	0,9683	0,0367	0,9633	0,0281	0,9719	0,0613	0,9387
E. K.	0,0563	0,9437	0,0477	0,9523	0,0471	0,9529	0,0296	0,9704	0,0385	0,9615	0,0292	0,9708	0,0583	0,9417

Adım 6: Pozitif ideal ve negatif ideal çözümlerin belirlenmesi.

Bulanık sayılar için;

Pozitif ideal çözüm: $A^+ = (1,0)$

Negatif ideal çözüm: $A^- = (0,1)$

Sezgisel bulanık sayılar (μ, π, ν) , nütrosifik sayılar ve tasviri bulanık sayılar için;

Pozitif ideal çözüm: $A^+ = (1,0,0)$

Negatif ideal çözüm: $A^- = (0,0,1)$

Adım 7: Pozitif ideal çözüm ve negatif ideal çözüm ile alternatifler arasındaki mesafenin hesaplanması.

$d(A^+, r'_{ij})$ i. alternatifin j. kriterde pozitif ideal çözüme olan uzaklığını ifade etmektedir. Elemanları bulanık sayılardan oluşan ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi R'_B 'nin $d(A^+, r'_{ij})$ değerleri Tablo 5.12'de verilmiştir. Elemanları sezgisel bulanık sayılardan oluşan ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi R'_S 'nin $d(A^+, r'_{ij})$ değerleri Ek 7.1'de, elemanları nütrosifik sayılardan oluşan ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi R'_N 'nin $d(A^+, r'_{ij})$ değerleri Ek 7.2'de, elemanları tasviri bulanık sayılardan oluşan ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi R'_T 'nin $d(A^+, r'_{ij})$ değerleri Ek 7.3'te yer almaktadır.

$d(A^-, r'_{ij})$ i. alternatifin j. kriterde negatif ideal çözüme olan uzaklığını ifade etmektedir. Elemanları bulanık sayılardan oluşan ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi R'_B 'nin $d(A^-, r'_{ij})$ değerleri Tablo 5.13'te verilmiştir. Elemanları sezgisel bulanık sayılardan oluşan ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi R'_S 'nin $d(A^-, r'_{ij})$ değerleri Ek 8.1'de, elemanları nütrosifik sayılardan oluşan ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi R'_N 'nin $d(A^-, r'_{ij})$ değerleri Ek 8.2'de, elemanları tasviri bulanık sayılardan oluşan ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi R'_T 'nin $d(A^-, r'_{ij})$ değerleri Ek 8.3'te yer almaktadır.

Tablo 5.12. R'_g 'nin pozitif ideal gözüme olan uzaklıkları

Alternatifler	Kriterler						
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği	Hijyen/ Temiz.
B. K.	0,940002405	0,950373531	0,937000568	0,959589646	0,954049218	0,96622271	0,930737235
C. K.	0,944221022	0,959944124	0,958074824	0,966599929	0,958477331	0,968871305	0,942162752
H. K.	0,94572309	0,949749029	0,947987467	0,964976146	0,95703099	0,967903396	0,937606739
S. K.	0,934944915	0,959669248	0,94009509	0,958805178	0,959504522	0,969013561	0,932305702
S. D.	0,928554654	0,944330207	0,935526893	0,955678101	0,953335254	0,964747236	0,926732172
Ş. H. M.	0,947281005	0,950997524	0,948532864	0,962613301	0,957139388	0,97085674	0,935388458
G. K.	0,942391895	0,948534386	0,95094431	0,965541581	0,958619508	0,971489077	0,94044324
B. A.	0,947914274	0,957493844	0,957225456	0,968339169	0,963257095	0,97190911	0,938700877
E. K.	0,943683921	0,952311851	0,952897139	0,970406624	0,961545201	0,970764922	0,941701896

Tablo 5.13. R'_g 'nin negatif ideal gözüme olan uzaklıkları

Alternatifler	Kriterler						
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği	Hijyen/ Temiz.
B. K.	0,059997595	0,049626469	0,062999432	0,040410354	0,045950782	0,03377729	0,069262765
C. K.	0,055778978	0,040055876	0,041925176	0,033400071	0,041522669	0,031128695	0,057837248
H. K.	0,05427691	0,050250971	0,052012533	0,035023854	0,04296901	0,032096604	0,062393261
S. K.	0,065055085	0,040330752	0,05990491	0,041194822	0,040495478	0,030986439	0,067694298
S. D.	0,071445346	0,055669793	0,064473107	0,044321899	0,046647446	0,035252764	0,073267828
Ş. H. M.	0,052718995	0,049002476	0,051467136	0,037386699	0,042860612	0,02914326	0,064611542
G. K.	0,057608105	0,051465614	0,04905569	0,034458419	0,041380492	0,028510923	0,05955676
B. A.	0,052085726	0,042506156	0,042774544	0,031660831	0,036742905	0,02809089	0,061299123
E. K.	0,056316079	0,047688149	0,047102861	0,029593376	0,038454799	0,029235078	0,058298104

D_i^+ i. alternatifin pozitif ideal çözüme olan uzaklığını ifade etmektedir. BS kullanılarak yapılan uygulama için D_{i-B}^+ değerleri, SBS kullanılarak yapılan uygulama için D_{i-S}^+ değerleri, NS kullanılarak yapılan uygulama için D_{i-N}^+ değerleri, TBS kullanılarak yapılan uygulama için D_{i-T}^+ değerleri Tablo 5.14'te verilmiştir.

Tablo 5.14. BS ve uzantıları ile yapılan uygulamaların D_i^+ değerleri

Alt.	B.K.	C.K.	H.K.	S.K.	S.D.	Ş.H.M.	G.K.	B.A.	E.K.
D_{i-B}^+	6,638	6,698	6,671	6,654	6,609	6,673	6,678	6,705	6,693
D_{i-S}^+	6,605	6,737	6,704	6,608	6,574	6,675	6,717	6,726	6,718
D_{i-N}^+	2,390	2,405	2,485	2,371	2,376	2,394	2,495	2,417	2,429
D_{i-T}^+	7,093	7,094	7,445	7,051	7,009	7,107	7,489	7,291	7,238

D_i^- i. alternatifin negatif ideal çözüme olan uzaklığını ifade etmektedir. BS kullanılarak yapılan uygulama için D_{i-B}^- değerleri, SBS kullanılarak yapılan uygulama için D_{i-S}^- değerleri, NS kullanılarak yapılan uygulama için D_{i-N}^- değerleri, TBS kullanılarak yapılan uygulama için D_{i-T}^- değerleri Tablo 5.15'te verilmiştir.

Tablo 5.15. BS ve uzantıları ile yapılan uygulamaların D_i^- değerleri

Alt.	B.K.	C.K.	H.K.	S.K.	S.D.	Ş.H.M.	G.K.	B.A.	E.K.
D_{i-B}^-	0,362	0,302	0,329	0,346	0,391	0,327	0,322	0,295	0,307
D_{i-S}^-	6,811	6,959	6,635	6,826	6,909	6,880	6,605	6,755	6,831
D_{i-N}^-	2,480	2,464	2,430	2,486	2,523	2,488	2,414	2,465	2,466
D_{i-T}^-	7,505	7,538	7,308	7,487	7,678	7,518	7,264	7,349	7,464

Adım 8: Yakınlık katsayısının hesaplanması ve alternatiflerin sıralanması.

Her bir alternatif için yakınlık katsayısı aşağıdaki gibi hesaplanır. Yakınlık katsayısı en büyük olan alternatif en iyi alternatiftir.

$$C_i^* = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-}$$

BS kullanılarak yapılan uygulama için C_{i-B}^* değerleri ile alternatiflerin sırası, SBS kullanılarak yapılan uygulama için C_{i-S}^* değerleri ile alternatiflerin sırası (C_{i-S}^* , 4.alternatif için 0,508118991; 2.alternatif için 0,508117049'dur.), NS ile yapılan uygulama için C_{i-N}^* değerleri ve alternatiflerin sırası, TBS kullanılarak yapılan uygulama için C_{i-T}^* değerleri ile alternatiflerin sırası Tablo 5.16'da verilmiştir. (Sıralamalar Excel programındaki değerlere göre yapılmıştır.)

Tablo 5.16. BS ve uzantıları ile yapılan uygulamaların C_i^* değerleri ve sıraları

Alt.	B.K.	C.K.	H.K.	S.K.	S.D.	Ş.H.M.	G.K.	B.A.	E.K.
C_{i-B}^*	0,0517	0,0431	0,0470	0,0494	0,0559	0,0467	0,0460	0,0422	0,0438
BS-Sıra	2	8	4	3	1	5	6	9	7
C_{i-S}^*	0,5077	0,5081	0,4974	0,5081	0,5124	0,5076	0,4958	0,5011	0,5042
SBS-Sıra	4	3	8	2	1	5	9	7	6
C_{i-N}^*	0,5093	0,5060	0,4944	0,5119	0,5150	0,5096	0,4918	0,5049	0,5037
NS-Sıra	4	5	8	2	1	3	9	6	7
C_{i-T}^*	0,5141	0,5152	0,4953	0,5150	0,5228	0,5140	0,4924	0,5020	0,5077
TBS-Sıra	4	2	8	3	1	5	9	7	6

Bulanık sayılar ve uzantılarıyla yapılan uygulamaların sonucu elde edilen sıralamalarla daha kolay karşılaştırma yapılabilmesi için Tablo 5.17'de verilmiştir.

Tablo 5.17. BS ve uzantıları ile TOPSIS yöntemi uygulamalarının sonuçları

Alt.	B.K.	C.K.	H.K.	S.K.	S.D.	Ş.H.M.	G.K.	B.A.	E.K.
BS	2	8	4	3	1	5	6	9	7
SBS	4	3	8	2	1	5	9	7	6
NS	4	5	8	2	1	3	9	6	7
TBS	4	2	8	3	1	5	9	7	6

5.1.2. Kesikli Bulanık Sayı Uzantıları ile VIKOR Yöntemi

H normalize karar matrisleri (Tablo 5.10 ve Ek 5.1, 5.2, 5.3) üzerinden aşağıdaki adımlara devam edilmiştir.

Adım 5: En iyi ve en kötü değerlerin belirlenmesi.

En iyi ve en kötü çözümler BS için $A^+ = (1,0)$, $A^- = (0,1)$; SBS, NS ve TBS için $A^+ = (1,0,0)$, $A^- = (0,0,1)$ olarak belirlenmiştir.

Adım 6: $\bar{d}_{ij}$ değerinin hesaplanması.

BS için Denklem (4), SBS için Denklem (18), NS için Denklem (29), TBS için Denklem (37) kullanılarak $d(A^+, h_{ij})$ ve $d(A^+, A^-)$ değerleri hesaplanmıştır.

Bulanık sayı ve uzantıları için en iyi ve en kötü değerler arasındaki uzaklıklar ($d(A^+, A^-)$), Tablo 5.18'de verilmiştir.

Tablo 5.18. BS ve uzantıları için en iyi- en kötü değerler arasındaki uzaklıklar

	BS	SBS	NS	TBS
$d(A^+, A^-)$	1	1	0,67	2

BS ile yapılan uygulama için $d(A^+, h_{ij})$ değerleri Tablo 5.19'da verilmiştir. SBS ile yapılan uygulama için $d(A^+, h_{ij})$ değerleri Ek 9.1'de, NS ile yapılan uygulama için $d(A^+, h_{ij})$ değerleri Ek 9.2'de, TBS ile yapılan uygulama için $d(A^+, h_{ij})$ değerleri Ek 9.3'te yer almaktadır.

Bulanık küme ve uzantıları için alternatiflerin göreceli uzaklık değerleri $\bar{d}_{ij}$ elde edilmiştir.

$$\bar{d}_{ij} = \frac{d(A^+, h_{ij})}{d(A^+, A^-)}$$

BS ile yapılan uygulama için $\bar{d}_{ij}$ değerleri Tablo 5.20'de verilmiştir. SBS ile yapılan uygulama için $\bar{d}_{ij}$ değerleri Ek 10.1'de, NS ile yapılan uygulama için $\bar{d}_{ij}$ değerleri Ek 10.2'de, TBS ile yapılan uygulama için $\bar{d}_{ij}$ değerleri Ek 10.3'te yer almaktadır.

Tablo 5.19. Normalize karar matrisi H_B 'nin en iyi çözüme olan uzaklık değerleri

Alternatifler	Kriterler					
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği
B. K.	0,659104576	0,652961753	0,603777159	0,632633142	0,635311255	0,636803331
C. K.	0,68307399	0,719888978	0,736319649	0,696362987	0,670455007	0,665282845
H. K.	0,691608466	0,64859461	0,672877151	0,681601328	0,658976111	0,654875229
S. K.	0,630368838	0,717966772	0,623239559	0,625501617	0,678607321	0,666812481
S. D.	0,594060535	0,610700749	0,594508762	0,597073647	0,629782172	0,620938019
Ş. H. M.	0,700460255	0,65732534	0,67630732	0,660120921	0,659836411	0,686631613
G. K.	0,67268122	0,640100605	0,69147365	0,686741643	0,671583399	0,693430937
B. A.	0,704058374	0,702754152	0,730977711	0,712174261	0,708389644	0,697947424
E. K.	0,68002228	0,666516444	0,703755594	0,730969305	0,694803179	0,685644319

Tablo 5.20. BS ile yapılan uygulamanın $\bar{d}_{ij}$ değerleri

Alternatifler	Kriterler					
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği
B. K.	0,659104576	0,652961753	0,603777159	0,632633142	0,635311255	0,636803331
C. K.	0,68307399	0,719888978	0,736319649	0,696362987	0,670455007	0,665282845
H. K.	0,691608466	0,64859461	0,672877151	0,681601328	0,658976111	0,654875229
S. K.	0,630368838	0,717966772	0,623239559	0,625501617	0,678607321	0,666812481
S. D.	0,594060535	0,610700749	0,594508762	0,597073647	0,629782172	0,620938019
Ş. H. M.	0,700460255	0,65732534	0,67630732	0,660120921	0,659836411	0,686631613
G. K.	0,67268122	0,640100605	0,69147365	0,686741643	0,671583399	0,693430937
B. A.	0,704058374	0,702754152	0,730977711	0,712174261	0,708389644	0,697947424
E. K.	0,68002228	0,666516444	0,703755594	0,730969305	0,694803179	0,685644319

Hijyen/ Temiz.

Adım 7: Sırasıyla her bir alternatif için grup fayda değerinin ve bireysel pişmanlığın hesaplanması S_i ve R_i .

$$S_i = \sum_{j=1}^n w'_j \cdot \bar{d}_{ij}$$

$$R_i = \max_{j=1, \dots, n} (w'_j \cdot \bar{d}_{ij})$$

BS ile yapılan uygulama için S_{i-BS} ve R_{i-BS} değerleri, SBS ile yapılan uygulama için S_{i-SBS} ve R_{i-SBS} değerleri, NS ile yapılan uygulama için S_{i-NS} ve R_{i-NS} değerleri, TBS ile yapılan uygulama için S_{i-TBS} ve R_{i-TBS} değerleri Tablo 5.21’de verilmiştir.

Tablo 5.21. BS ve uzantıları ile yapılan uygulamaların S_i ve R_i değerleri

Alt.	B.K.	C.K.	H.K.	S.K.	S.D.	Ş.H.M.	G.K.	B.A.	E.K.
S_{i-BS}	0,6370	0,6974	0,6700	0,6533	0,6079	0,6718	0,6770	0,7038	0,6923
R_{i-BS}	0,1227	0,1342	0,1296	0,1243	0,1187	0,1274	0,1324	0,1307	0,1337
S_{i-SBS}	0,6040	0,7355	0,7026	0,6071	0,5733	0,6739	0,7161	0,7248	0,7172
R_{i-SBS}	0,1260	0,1373	0,1427	0,1089	0,1093	0,1243	0,1395	0,1374	0,1387
S_{i-NS}	0,5846	0,6073	0,7276	0,5564	0,5640	0,5912	0,7421	0,6253	0,6436
R_{i-NS}	0,1318	0,1241	0,1533	0,1063	0,1146	0,1149	0,1506	0,1228	0,1365
S_{i-TBS}	0,5459	0,5463	0,7222	0,5251	0,5040	0,5530	0,7440	0,6450	0,6185
R_{i-TBS}	0,1300	0,0971	0,1674	0,1065	0,0995	0,1168	0,1572	0,1409	0,1438

Adım 8: Her bir alternatife yakınlik derecesinin hesaplanması.

Bulanık sayı ve uzantıları ile yapılan uygulama için Q_i değerleri hesaplanmıştır.

$$Q_i = v \frac{S_i - S^+}{S^- - S^+} + (1 - v) \frac{R_i - R^+}{R^- - R^+}$$

$S^+ = \min_i S_i$, $S^- = \max_i S_i$, $R^+ = \min_i R_i$, $R^- = \max_i R_i$ ve v maksimum grup faydası stratejisi için bir ağırlık ve $(1 - v)$ minimum bireysel pişmanlığın ağırlığıdır ($0 \leq v \leq 1$). Bu uygulamada “fikir birliği ile” bulunabilmesi için $v = 0.5$ alınmıştır.

BS, SBS, NS ve TBS için S^+ , S^- , R^+ ve R^- değerleri Tablo 5.22’de verilmiştir.

Tablo 5.22. BS ve uzantıları ile yapılan uygulamaların S^+ , S^- , R^+ ve R^- değerleri

	S^+	S^-	R^+	R^-
BS	0,607921817	0,703839825	0,118732172	0,134162752
SBS	0,573340995	0,735544604	0,108860357	0,14270417
NS	0,556366665	0,742066228	0,106261584	0,153268327
TBS	0,504021655	0,743987934	0,097062252	0,167362859

Bulanık sayı ve uzantıları ile yapılan uygulama için Q_i değerleri Tablo 5.23'te verilmiştir.

Tablo 5.23. BS ve uzantıları ile yapılan uygulamaların Q_i değerleri

Alternatifler	BS	SBS	NS	TBS
Bodrum Kafe	0,281226442	0,347415185	0,34819157	0,321636746
Corner Kafe	0,966176641	0,920877801	0,326430656	0,088100616
Harika Kafe	0,675850253	0,898464095	0,96104345	0,954637579
Shadow Kafe	0,417346074	0,103997794	0	0,111287476
Simitçi Dünyası	0	0,005940122	0,108971593	0,017661261
Şenay Hanım'ın Mutfağı	0,61352289	0,538324216	0,185516494	0,242689155
Göl Kafe	0,804184393	0,892537649	0,97183623	0,927994994
Botanik Alakart	0,88782421	0,889150898	0,361824086	0,605505137
Erdağ Kafe	0,924972372	0,884420661	0,555875219	0,5711314

Adım 9: Alternatiflerin Q_i , S_i ve R_i 'nin değerleri artan sırada olacak şekilde sıralanması.

Minimum Q_i değerine sahip alternatif A^1 eğer şu iki koşulu sağlarsa uzlaştırmacı çözüm olarak önerilmektedir: (1.sıradaki alternatif A^1 , 2.sıradaki alternatif A^2 , m alternatif sayısıdır.)

$$\text{Koşul 1: (Kabul edilebilir avantaj)} \quad Q(A^2) - Q(A^1) \geq \frac{1}{m-1}$$

Koşul 2: (Karar vermede kabul edilebilir denge) En iyi alternatif yani minimum Q değerine sahip alternatif, S ve/veya R değerlerine göre yapılan sırada da en iyi sırada olmalıdır.

Bulanık sayılarla yapılan uygulama için Q_i , S_i ve R_i değerlerine göre sıralamalar Tablo 5.24'te verilmiştir.

Tablo 5.24. BS ile yapılan uygulama için Q_i , S_i ve R_i değerlerine göre sıralamalar

Alt.	B.K.	C.K.	H.K.	S.K.	S.D.	Ş.H.M.	G.K.	B.A.	E.K.
Q_i	2	9	5	3	1	4	6	7	8
S_i	2	8	4	3	1	5	6	9	7
R_i	2	9	5	3	1	4	7	6	8

Koşul 1: (Kabul edilebilir avantaj)

$$m = 9 \text{ için } Q(A^2) - Q(A^1) \geq \frac{1}{m-1} = \frac{1}{9-1} = \frac{1}{8} = 0,125 \text{ olmalıdır.}$$

$$Q(A^2) = 0,281226442 \text{ ve } Q(A^1) = 0$$

$0,281226442 - 0 = 0,281226442 \geq 0,125$ olduğu için Koşul 1 sağlanmaktadır.

Koşul 2: (Karar vermede kabul edilebilir denge) En iyi alternatif yani minimum Q değerine sahip alternatif, S ve/veya R değerlerine göre yapılan sırada da en iyi sırada olmalıdır.

Tablo 5.24'teki Q_i , S_i ve R_i değerlerine göre sıralamaların her üçünde de en iyi sırada olan alternatif "Simitçi Dünyası"dır. Her iki koşul sağlandığı için "**Simitçi Dünyası**" uzlaştırmacı çözüm olarak önerilmektedir.

Sezgisel bulanık sayılarla yapılan uygulama için Q_i , S_i ve R_i değerlerine göre sıralamalar Tablo 5.25'te verilmiştir.

Tablo 5.25. SBS ile yapılan uygulama için Q_i , S_i ve R_i değerlerine göre sıralamalar

Alt.	B.K.	C.K.	H.K.	S.K.	S.D.	Ş.H.M.	G.K.	B.A.	E.K.
Q_i	3	9	8	2	1	4	7	6	5
S_i	2	9	5	3	1	4	6	8	7
R_i	4	5	9	1	2	3	8	6	7

Koşul 1: (Kabul edilebilir avantaj)

$$m = 9 \text{ için } Q(A^2) - Q(A^1) \geq \frac{1}{m-1} = \frac{1}{9-1} = \frac{1}{8} = 0,125 \text{ olmalıdır.}$$

$$Q(A^2) = 0,103997794 \text{ ve } Q(A^1) = 0,005940122$$

$0,103997794 - 0,005940122 = 0,098057672 < 0,125$ olduğu için Koşul 1 sağlanmamaktadır.

Koşul 2: (Karar vermede kabul edilebilir denge) En iyi alternatif yani minimum Q değerine sahip alternatif, S ve/veya R değerlerine göre yapılan sırada da en iyi sırada olmalıdır.

Tablo 5.25'teki Q_i ve S_i değerlerine göre sıralamalarda en iyi sırada olan alternatif "Simitçi Dünyası" ve R_i değerlerine göre yapılan sıralamada en iyi sırada olan alternatif "Shadow Kafe"dir.

Her iki koşul sağlanmadığı için uzlaştırmacı çözümlerin bir kümesi aranmıştır. Sadece Koşul 2 sağlanmasaydı eğer uzlaştırmacı çözümlerin kümesi A^1 ve A^2 alternatifleri ile oluşturulacaktı; ancak Koşul 1 de sağlanmadığı için $Q(A^m) - Q(A^1) < \frac{1}{m-1}$ koşulunu sağlayan maksimum sayıdaki alternatif ($A^1, A^2, \dots, A^m$) ile oluşturulmuştur. Kümeye dahil edilecek alternatifleri belirlemek için gerekli hesaplamalar Tablo 5.26'da verilmektedir. (Alternatif sayısı 9 olduğu için $\frac{1}{m-1} = 0,125$ değerine eşittir)

Tablo 5.26. SBS ile yapılan uygulama için uzlaştırmacı çözüm hesaplamaları

Alternatifler	Q_i	Sıra	$Q(A^m) - Q(A^1)$	$Q(A^m) - Q(A^1) < 0,125$ mi?
B. K.	0,347415185	3	0,341475062	Büyük
C. K.	0,920877801	9	0,914937678	Büyük
H. K.	0,898464095	8	0,892523973	Büyük
S. K.	0,103997794	2	0,098057672	Küçük
S. D.	0,005940122	1	0	Küçük
Ş. H. M.	0,538324216	4	0,532384094	Büyük
G. K.	0,892537649	7	0,886597527	Büyük
B. A.	0,889150898	6	0,883210775	Büyük
E. K.	0,884420661	5	0,878480538	Büyük

Tablo 5.26'ya göre ilk sırada yer alan alternatifin Q değeri $Q(A^1) = 0,005940122$ 'dir ve $Q(A^m) - Q(A^1) < 0,125$ koşulunu sağlayan iki alternatif bulunmaktadır. “**Simitçi Dünyası**” ve “**Shadow Kafe**” uzlaştırmacı çözüm olarak önerilmektedir.

Nötrosofik sayılarla yapılan uygulama için Q_i , S_i ve R_i değerlerine göre sıralamalar Tablo 5.27'de verilmiştir.

Tablo 5.27. NS ile yapılan uygulama için Q_i , S_i ve R_i değerlerine göre sıralamalar

Alt.	B.K.	C.K.	H.K.	S.K.	S.D.	Ş.H.M.	G.K.	B.A.	E.K.
Q_i	5	4	8	1	2	3	9	6	7
S_i	3	5	8	1	2	4	9	6	7
R_i	6	5	9	1	2	3	8	4	7

Koşul 1: (Kabul edilebilir avantaj)

$$m = 9 \text{ için } Q(A^2) - Q(A^1) \geq \frac{1}{m-1} = \frac{1}{9-1} = \frac{1}{8} = 0,125 \text{ olmalıdır.}$$

$$Q(A^2) = 0,108971593 \text{ ve } Q(A^1) = 0$$

$0,108971593 - 0 = 0,108971593 < 0,125$ olduğu için Koşul 1 sağlanmamaktadır.

Koşul 2: (Karar vermede kabul edilebilir denge) En iyi alternatif yani minimum Q değerine sahip alternatif, S ve/veya R değerlerine göre yapılan sırada da en iyi sırada olmalıdır.

Tablo 5.27'deki Q_i , S_i ve R_i değerlerine göre sıralamaların her üçünde de en iyi sırada olan alternatif “Shadow Kafe”dir. (Koşul 2 sağlanmaktadır.)

Koşul 1 sağlanmadığı için $Q(A^m) - Q(A^1) < \frac{1}{m-1}$ koşulunu sağlayan maksimum sayıdaki alternatif $(A^1, A^2, \dots, A^m)$ ile uzlaştırmacı çözüm oluşturulmuştur. Kümeye dahil edilecek alternatifleri belirlemek için gerekli hesaplamalar Tablo 5.28'de verilmektedir.

Tablo 5.28. NS ile yapılan uygulama için uzlaştıracı çözüm hesaplamaları

Alternatifler	Q_i	Sıra	$Q(A^m) - Q(A^1)$	$Q(A^m) - Q(A^1) < 0,125$ mi?
B. K.	0,34819157	5	0,34819157	Büyük
C. K.	0,326430656	4	0,326430656	Büyük
H. K.	0,96104345	8	0,96104345	Büyük
S. K.	0	1	0	Küçük
S. D.	0,108971593	2	0,108971593	Küçük
Ş. H. M.	0,185516494	3	0,185516494	Büyük
G. K.	0,97183623	9	0,97183623	Büyük
B. A.	0,361824086	6	0,361824086	Büyük
E. K.	0,555875219	7	0,555875219	Büyük

Tablo 5.28’e göre ilk sırada yer alan alternatifin Q değeri $Q(A^1) = 0$ ’dır ve $Q(A^m) - Q(A^1) < 0,125$ koşulunu sağlayan iki alternatif bulunmaktadır. “**Shadow Kafe**” ve “**Simitçi Dünyası**” uzlaştıracı çözüm olarak önerilmektedir.

Tasviri bulanık sayılarla yapılan uygulama için Q_i , S_i ve R_i değerlerine göre sıralamalar Tablo 5.29’da verilmiştir.

Tablo 5.29. TBS ile yapılan uygulama için Q_i , S_i ve R_i değerlerine göre sıralamalar

Alt.	B.K.	C.K.	H.K.	S.K.	S.D.	Ş.H.M.	G.K.	B.A.	E.K.
Q_i	5	2	9	3	1	4	8	7	6
S_i	3	4	8	2	1	5	9	7	6
R_i	5	1	9	3	2	4	8	6	7

Koşul 1: (Kabul edilebilir avantaj)

$$m = 9 \text{ için } Q(A^2) - Q(A^1) \geq \frac{1}{m-1} = \frac{1}{9-1} = \frac{1}{8} = 0,125 \text{ olmalıdır.}$$

$$Q(A^2) = 0,088100616 \text{ ve } Q(A^1) = 0,017661261$$

$0,088100616 - 0,017661261 = 0,070439354 < 0,125$ olduğu için Koşul 1 sağlanmamaktadır.

Koşul 2: (Karar vermede kabul edilebilir denge) En iyi alternatif yani minimum Q değerine sahip alternatif, S ve/veya R değerlerine göre yapılan sırada da en iyi sırada olmalıdır.

Tablo 5.29'daki Q_i ve S_i değerlerine göre sıralamalarda en iyi sırada olan alternatif “Simitçi Dünyası” ve R_i değerlerine göre yapılan sıralamada en iyi sırada olan alternatif “Corner Kafe”dir. Koşul 2 sağlanmamaktadır.

Sadece Koşul 2 sağlanmasaydı eğer uzlaştırmacı çözümlerin kümesi A^1 ve A^2 alternatifleri ile oluşturulacaktı; ancak Koşul 1 de sağlanmadığı için $Q(A^m) - Q(A^1) < \frac{1}{m-1}$ koşulunu sağlayan maksimum sayıdaki alternatif ($A^1, A^2, \dots, A^m$) ile oluşturulmuştur. Kümeye dahil edilecek alternatifleri belirlemek için gerekli hesaplamalar Tablo 5.30'da verilmektedir.

Tablo 5.30. TBS ile yapılan uygulama için uzlaştırmacı çözüm hesaplamaları

Alternatifler	Q_i	Sıra	$Q(A^m) - Q(A^1)$	$Q(A^m) - Q(A^1) < 0,125$ mi?
B. K.	0,321636746	5	0,303975484	Büyük
C. K.	0,088100616	2	0,070439354	Küçük
H. K.	0,954637579	9	0,936976318	Büyük
S. K.	0,111287476	3	0,093626215	Küçük
S. D.	0,017661261	1	0	Küçük
Ş. H. M.	0,242689155	4	0,225027894	Büyük
G. K.	0,927994994	8	0,910333733	Büyük
B. A.	0,605505137	7	0,587843876	Büyük
E. K.	0,5711314	6	0,553470138	Büyük

Tablo 5.30'a göre ilk sırada yer alan alternatifin Q değeri $Q(A^1) = 0,017661261$ 'dir ve $Q(A^m) - Q(A^1) < 0,125$ koşulunu sağlayan üç alternatif bulunmaktadır. “Simitçi Dünyası”, “Corner Kafe” ve “Shadow Kafe” uzlaştırmacı çözüm olarak önerilmektedir.

5.2. Üçgen Bulanık Sayı Uzantıları ile TOPSIS ve VIKOR Yöntemleri Uygulaması

Bu bölümde yapılacak olan uygulamada üçgen bulanık sayı ve uzantıları kullanılmıştır. Kriterlerin ve karar vericilerin ağırlıkları Bölüm 5.1'deki ile aynı alınmıştır.

Anket sorularında katılımcılar cevaplarını dilsel değişkenler ile vermişlerdir. Katılımcılara sunulan dilsel değişkenlerin karşılığı olan üçgen bulanık sayı ve uzantılarından oluşan skala Tablo 5.31 ile verilmektedir.

Tablo 5.31'e göre "Çok Kötü" ifadesinin ÜBS cinsinden karşılığı $((0,0,0.1); 1,0)$ 'dır, ÜSBS cinsinden karşılığı $((0,0,0.1); 0.1,0.85)$ 'dir, ÜTBS cinsinden karşılığı $((0,0,0.1); 0.05,0.05,0.85)$ 'dir, ÜNS cinsinden karşılığı ise $((0,0,0.1); 0.1,0.9,0.85)$ 'dir. (Pozitif ÜSBS koşulunu sağlaması için "Fikrim Yok" dilsel değişkeninde u değeri 0^+ (0'dan büyük ve 0'a çok yakın bir sayı) olarak alınmıştır.)

Tablo 5.31. Cevapların üçgen bulanık sayı ve uzantıları türünden karşılıkları

	(l, m, u)	$BS(\mu, v)$	$SBS(\mu, v)$	$TBS(\mu, \eta, v)$	$NS(T, I, F)$
Çok Kötü	(0,0,0.1)	(1,0)	(0.1,0.85)	(0.05,0.05,0.85)	(0.1,0.9,0.85)
Kötü	(0,0.1,0.3)	(1,0)	(0.3,0.6)	(0.25,0.05,0.65)	(0.3,0.7,0.6)
Biraz Kötü	(0.1,0.3,0.5)	(1,0)	(0.4,0.5)	(0.35,0.05,0.55)	(0.4,0.6,0.5)
Orta	(0.3,0.5,0.7)	(1,0)	(0.5,0.5)	(0.45,0.05,0.45)	(0.5,0.5,0.5)
Biraz İyi	(0.5,0.7,0.9)	(1,0)	(0.7,0.2)	(0.65,0.05,0.25)	(0.7,0.3,0.2)
İyi	(0.7,0.9,1)	(1,0)	(0.8,0.1)	(0.75,0.05,0.15)	(0.8,0.2,0.1)
Çok İyi	(0.9,1,1)	(1,0)	(0.9,0.05)	(0.85,0.05,0.05)	(0.9,0.05,0.05)
Fikrim Yok	(0,0,0 ⁺)	(1,0)	(1,0)	(1,0,0)	(1,0,0)

Uygulanacak olan yöntemlerin ortak olan ilk dört adımı bu bölümde verilmektedir.

Adım 1: Karar vericilerden kriterlere göre alternatiflerin değerlendirmelerinin alınması ve bulanık sayı karşılıklarının kullanılarak karar matrislerinin oluşturulması.

Karar matrislerini oluştururken ilk olarak karar verici tiplerine göre eldeki veriler ayrılmıştır. Toplanan yanıtlardaki ilk tercihler dikkate alınarak üçgen bulanık sayı ve uzantıları ile karar matrisleri oluşturulmuştur. Tablo 5.4'teki "5 gün ve üzeri giden" profilindeki katılımcıya ait bir karar matrisi üçgen bulanık sayı cinsinden (Lezzet ve Fiyat kriteri için) Tablo 5.32'de verilmiştir. Tablo 5.4'te "Bodrum Kafe" alternatifinde "Lezzet" kriteri için "İyi" değerlendirmesi yapılmıştır. Tablo 5.31'e göre "İyi" değerlendirmesinin üçgen bulanık sayı cinsinden karşılığı $((0.7, 0.9, 1); 1,0)$ 'dır. Excel programında işlem yapıldığı için her hücrede bir değer yer almaktadır. Karar verici tiplerine göre eldeki veriler üçgen bulanık sayı ve uzantıları cinsinden ifade edildikten sonra alternatiflere göre verilen cevaplar alt alta sıralanmıştır. "Bodrum Kafe"

alternatifinin “5 gün ve üzeri giden” profilindeki katılımcılar için üçgen bulanık sayı cinsinden (Lezzet ve Fiyat kriteri için) değerlendirmeleri Tablo 5.33’te verilmiştir. Diğer alternatiflerde aynı şekilde sıralanmıştır.

Tablo 5.32. Tablo 5.4’ün “Lezzet” ve “Fiyat” kriterlerinin ÜBS türünden karşılıkları

4.5.2019 11:21:04 (Zaman Etiketi)											
Alternatifler	Lezzet					Fiyat					...
	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	μ	ν	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	μ	ν	...
B. K.	0,7	0,9	1,0	1,0	0,0	0,5	0,7	0,9	1,0	0,0	...
C. K.	0,7	0,9	1,0	1,0	0,0	0,3	0,5	0,7	1,0	0,0	...
H. K.	0,9	1,0	1,0	1,0	0,0	0,5	0,7	0,9	1,0	0,0	...
S. K.	0,7	0,9	1,0	1,0	0,0	0,7	0,9	1,0	1,0	0,0	...
S. D.	0,9	1,0	1,0	1,0	0,0	0,7	0,9	1,0	1,0	0,0	...
Ş. H. M.	0,9	1,0	1,0	1,0	0,0	0,5	0,7	0,9	1,0	0,0	...
G. K.	0,7	0,9	1,0	1,0	0,0	0,5	0,7	0,9	1,0	0,0	...
B. A.	0,7	0,9	1,0	1,0	0,0	0,3	0,5	0,7	1,0	0,0	...
E. K.	0,7	0,9	1,0	1,0	0,0	0,1	0,3	0,5	1,0	0,0	...

Tablo 5.33. D_3 ’ün “Bodrum K.” cevaplarının “Lezzet”, “Fiyat” için ÜBS karşılıkları

Bodrum Kafe											
Katılımcılar	Lezzet					Fiyat					...
	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	μ	ν	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>u</i>	μ	ν	...
1	0,00	0,00	0,10	1,00	0,00	0,00	0,00	0,10	1,00	0,00	...
2	0,70	0,90	1,00	1,00	0,00	0,50	0,70	0,90	1,00	0,00	...
3	0,70	0,90	1,00	1,00	0,00	0,70	0,90	1,00	1,00	0,00	...
4	0,70	0,90	1,00	1,00	0,00	0,00	0,10	0,30	1,00	0,00	...
5	0,90	1,00	1,00	1,00	0,00	0,70	0,90	1,00	1,00	0,00	...
6	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,30	0,50	0,70	1,00	0,00	...
7	0,70	0,90	1,00	1,00	0,00	0,50	0,70	0,90	1,00	0,00	...
8	0,00	0,10	0,30	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	...
9	0,70	0,90	1,00	1,00	0,00	0,90	1,00	1,00	1,00	0,00	...
10	0,70	0,90	1,00	1,00	0,00	0,50	0,70	0,90	1,00	0,00	...
11	0,00	0,00	0,10	1,00	0,00	0,00	0,10	0,30	1,00	0,00	...
12	0,70	0,90	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	...
13	0,50	0,70	0,90	1,00	0,00	0,30	0,50	0,70	1,00	0,00	...
14	0,70	0,90	1,00	1,00	0,00	0,70	0,90	1,00	1,00	0,00	...
15	0,30	0,50	0,70	1,00	0,00	0,70	0,90	1,00	1,00	0,00	...
16	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,10	0,30	1,00	0,00	...
17	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,70	0,90	1,00	1,00	0,00	...
18	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,10	0,30	1,00	0,00	...

“5 gün ve üzeri gidenler” için karar matrisi oluşturulurken sadece “5 gün ve üzeri gidenler”in her bir alternatif ve kriter için verdiği değerlendirmeler kullanılmıştır. 3 tip karar vericinin her biri için üçgen bulanık sayılar, üçgen sezgisel bulanık sayılar, üçgen nütrosifik sayılar ve üçgen tasviri bulanık sayılar kullanılarak dörder adet karar matrisi oluşturulmuştur.

Alternatiflerin değerlendirmeleri Tablo 5.33’teki gibi listelendikten sonra yeni bir tablo oluşturularak ilgili alternatif ve kriterin kesiştiği hücreye (kullanılan üçgen bulanık küme veya uzantısına göre) birleştirme operatörünün formülü yazılmıştır. Üçgen bulanık sayılar ile oluşturulan karar matrislerinde kullanılan ağırlıklar birbirine eşit olduğu için, Denklem (7) ($\bar{U}BABO(\tilde{x}_1, \dots, \tilde{x}_n) = \sum_{i=1}^n w_i \tilde{x}_i = (\sum_{i=1}^n w_i l_i, \sum_{i=1}^n w_i m_i, \sum_{i=1}^n w_i u_i)$), oluşturulan yeni tabloya “Ortalama” formülü kullanılarak yazılmıştır. “5 gün ve üzeri gidenler” için ÜBS ile oluşturulan karar matrisinde “Bodrum Kafe” ile “Lezzet” kriterinin kesiştiği hücreye (I değeri için) “=**ORTALAMA (AW17:AW34)**” yazılmıştır. **AW17:AW34** ifadesi Tablo 5.33’teki “Lezzet” kriterinin I değeri sütununu karşılamaktadır. 18 katılımcının verdiği bu cevapların ortalaması $(0 + 0,7 + 0,7 + 0,7 + 0,9 + 0 + 0,7 + 0 + 0,7 + 0,7 + 0 + 0,7 + 0,5 + 0,7 + 0,3 + 0 + 0 + 0)/18 = 0,41$ bulunmaktadır. Bu değer “Bodrum Kafe” alternatifinin “Lezzet” kriterindeki I değeridir. (Diğer değerler Tablo 5.36’da yer almaktadır.)

Karar verici D_1 ’in karar matrisini oluşturmak için ilk olarak anket verilerinden D_1 profilindeki katılımcıların cevapları seçilmiştir ve üçgen bulanık sayılar için Denklem (7), üçgen sezgisel bulanık sayı için Denklem (21), üçgen nütrosifik sayılar için Denklem (32) ve üçgen tasviri bulanık sayılar için Denklem (39) kullanılarak bir araya getirilmiştir. Bu adımda denklemlerde kullanılacak olan ağırlıklar, karar verici profilinin aynı olması sebebiyle birbirine eşit alınmıştır.

Benzer şekilde diğer karar vericilerin matrisleri de oluşturulmuştur.

Ankete katılan 149 kişiden D_1 profiline uyan karar vericilerin sayısı 82’dir ve karar matrisini oluştururken her bir katılımcının ağırlığı $1/82$ alınmıştır.

Elemanları üçgen bulanık sayılardan oluşan karar matrisi $X_{\bar{U}B}^{(1)}$ Tablo 5.34’te verilmiştir.

Elemanları üçgen sezgisel bulanık sayılardan oluşan karar matrisi $X_{\tilde{U}S}^{(1)}$ Ek 11.1’de, elemanları üçgen nütrosifik sayılardan oluşan karar matrisi $X_{\tilde{U}N}^{(1)}$ Ek 11.2’de, elemanları üçgen tasviri bulanık sayılardan oluşan karar matrisi $X_{\tilde{U}T}^{(1)}$ Ek 11.3’te yer almaktadır.

Ankete katılanlardan D_2 profiline uyan karar vericilerin sayısı 49’dur ve karar matrisini oluştururken her bir katılımcının ağırlığı 1/49 alınmıştır.

Elemanları üçgen bulanık sayılardan oluşan karar matrisi $X_{\tilde{U}B}^{(2)}$ Tablo 5.35’te verilmiştir.

Elemanları üçgen sezgisel bulanık sayılardan oluşan karar matrisi $X_{\tilde{U}S}^{(2)}$ Ek 12.1’de, elemanları üçgen nütrosifik sayılardan oluşan karar matrisi $X_{\tilde{U}N}^{(2)}$ Ek 12.2’de, elemanları üçgen tasviri bulanık sayılardan oluşan karar matrisi $X_{\tilde{U}T}^{(2)}$ Ek 12.3’te yer almaktadır.

Ankete katılanlardan D_3 profiline uyan karar vericilerin sayısı 18’dir ve karar matrisini oluştururken her bir katılımcının ağırlığı 1/18 alınmıştır.

Elemanları üçgen bulanık sayılardan oluşan karar matrisi $X_{\tilde{U}B}^{(3)}$ Tablo 5.36’da verilmiştir.

Elemanları üçgen sezgisel bulanık sayılardan oluşan karar matrisi $X_{\tilde{U}S}^{(3)}$ Ek 13.1’de, elemanları üçgen nütrosifik sayılardan oluşan karar matrisi $X_{\tilde{U}N}^{(3)}$ Ek 13.2’de, elemanları üçgen tasviri bulanık sayılardan oluşan karar matrisi $X_{\tilde{U}T}^{(3)}$ Ek 13.3’te yer almaktadır.

Adım 2: Karar matrislerinin her bir karar vericinin ağırlığı dikkate alınarak tek bir karar matrisinde birleştirilmesi.

Elemanları üçgen bulanık sayılardan oluşan karar matrisi $R_{\tilde{U}B}$ Tablo 5.37’de verilmiştir.

Elemanları üçgen sezgisel bulanık sayılardan oluşan karar matrisi $R_{\tilde{U}S}$ Ek 14.1’de, elemanları üçgen nütrosifik sayılardan oluşan karar matrisi $R_{\tilde{U}N}$ Ek 14.2’de, elemanları üçgen tasviri bulanık sayılardan oluşan karar matrisi $R_{\tilde{U}T}$ Ek 14.3’te yer almaktadır.

Tablo 5.34. D_1 için karar matrisi $X_{\bar{U}B}^{(1)}$

Alternatifler	Kriterler					
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği
B. K.	((0.45,0.60,0.71);1.0)	((0.42,0.57,0.69);1.0)	((0.58,0.73,0.81);1.0)	((0.49,0.64,0.75);1.0)	((0.49,0.65,0.75);1.0)	((0.51,0.66,0.77);1.0)
C. K.	((0.31,0.43,0.52);1.0)	((0.32,0.45,0.56);1.0)	((0.36,0.50,0.61);1.0)	((0.35,0.48,0.57);1.0)	((0.40,0.53,0.63);1.0)	((0.40,0.53,0.63);1.0)
H. K.	((0.37,0.51,0.63);1.0)	((0.37,0.52,0.65);1.0)	((0.41,0.56,0.69);1.0)	((0.40,0.55,0.68);1.0)	((0.42,0.58,0.71);1.0)	((0.43,0.59,0.72);1.0)
S. K.	((0.49,0.62,0.71);1.0)	((0.36,0.51,0.63);1.0)	((0.51,0.66,0.77);1.0)	((0.52,0.66,0.76);1.0)	((0.47,0.62,0.73);1.0)	((0.46,0.61,0.73);1.0)
S. D.	((0.56,0.71,0.81);1.0)	((0.41,0.57,0.71);1.0)	((0.50,0.65,0.77);1.0)	((0.55,0.71,0.82);1.0)	((0.52,0.68,0.80);1.0)	((0.51,0.67,0.79);1.0)
Ş. H. M.	((0.39,0.51,0.60);1.0)	((0.33,0.46,0.58);1.0)	((0.37,0.49,0.59);1.0)	((0.39,0.52,0.62);1.0)	((0.42,0.56,0.65);1.0)	((0.43,0.56,0.65);1.0)
G. K.	((0.38,0.50,0.60);1.0)	((0.34,0.47,0.59);1.0)	((0.40,0.53,0.64);1.0)	((0.39,0.51,0.61);1.0)	((0.38,0.51,0.61);1.0)	((0.37,0.50,0.61);1.0)
B. A.	((0.30,0.40,0.50);1.0)	((0.30,0.42,0.53);1.0)	((0.30,0.42,0.53);1.0)	((0.35,0.46,0.55);1.0)	((0.38,0.50,0.59);1.0)	((0.35,0.47,0.58);1.0)
E. K.	((0.31,0.43,0.54);1.0)	((0.36,0.49,0.61);1.0)	((0.41,0.55,0.66);1.0)	((0.37,0.51,0.63);1.0)	((0.35,0.49,0.61);1.0)	((0.38,0.52,0.63);1.0)

Tablo 5.35. D_2 için karar matrisi $X_{\bar{U}B}^{(2)}$

Alternatifler	Kriterler					
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği
B. K.	((0.54,0.70,0.80);1.0)	((0.38,0.52,0.65);1.0)	((0.66,0.78,0.84);1.0)	((0.52,0.66,0.75);1.0)	((0.56,0.70,0.79);1.0)	((0.49,0.63,0.73);1.0)
C. K.	((0.32,0.41,0.48);1.0)	((0.28,0.39,0.48);1.0)	((0.35,0.45,0.52);1.0)	((0.32,0.42,0.49);1.0)	((0.35,0.44,0.49);1.0)	((0.34,0.44,0.51);1.0)
H. K.	((0.36,0.49,0.60);1.0)	((0.34,0.48,0.60);1.0)	((0.48,0.61,0.71);1.0)	((0.38,0.50,0.61);1.0)	((0.37,0.50,0.59);1.0)	((0.38,0.52,0.64);1.0)
S. K.	((0.49,0.61,0.68);1.0)	((0.31,0.42,0.53);1.0)	((0.58,0.72,0.81);1.0)	((0.58,0.72,0.79);1.0)	((0.47,0.58,0.65);1.0)	((0.52,0.64,0.72);1.0)
S. D.	((0.64,0.80,0.88);1.0)	((0.42,0.58,0.73);1.0)	((0.61,0.78,0.88);1.0)	((0.60,0.75,0.85);1.0)	((0.55,0.70,0.81);1.0)	((0.63,0.79,0.87);1.0)
Ş. H. M.	((0.42,0.54,0.62);1.0)	((0.34,0.47,0.57);1.0)	((0.47,0.58,0.66);1.0)	((0.41,0.53,0.62);1.0)	((0.45,0.56,0.62);1.0)	((0.45,0.56,0.63);1.0)
G. K.	((0.42,0.58,0.71);1.0)	((0.38,0.52,0.65);1.0)	((0.46,0.61,0.73);1.0)	((0.46,0.59,0.68);1.0)	((0.44,0.58,0.69);1.0)	((0.40,0.54,0.66);1.0)
B. A.	((0.30,0.40,0.48);1.0)	((0.28,0.39,0.48);1.0)	((0.37,0.48,0.55);1.0)	((0.32,0.42,0.48);1.0)	((0.33,0.43,0.51);1.0)	((0.30,0.39,0.47);1.0)
E. K.	((0.32,0.43,0.51);1.0)	((0.33,0.45,0.55);1.0)	((0.39,0.50,0.59);1.0)	((0.30,0.40,0.49);1.0)	((0.33,0.44,0.53);1.0)	((0.35,0.45,0.53);1.0)

Tablo 5.36. D_3 için karar matrisi $X_{\bar{U}B}^{(3)}$

Alternatifler	Kriterler					
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği
B. K.	((0.41,0.53,0.62);1,0)	((0.36,0.50,0.63);1,0)	((0.59,0.74,0.84);1,0)	((0.56,0.71,0.81);1,0)	((0.53,0.69,0.81);1,0)	((0.53,0.69,0.81);1,0)
C. K.	((0.49,0.64,0.74);1,0)	((0.27,0.38,0.51);1,0)	((0.34,0.47,0.58);1,0)	((0.44,0.60,0.72);1,0)	((0.47,0.64,0.77);1,0)	((0.48,0.64,0.77);1,0)
H. K.	((0.47,0.60,0.68);1,0)	((0.39,0.54,0.68);1,0)	((0.44,0.57,0.66);1,0)	((0.44,0.60,0.73);1,0)	((0.55,0.72,0.83);1,0)	((0.53,0.68,0.78);1,0)
S. K.	((0.60,0.74,0.82);1,0)	((0.29,0.41,0.52);1,0)	((0.48,0.63,0.74);1,0)	((0.49,0.63,0.74);1,0)	((0.48,0.63,0.73);1,0)	((0.54,0.68,0.77);1,0)
S. D.	((0.62,0.78,0.88);1,0)	((0.44,0.60,0.73);1,0)	((0.58,0.73,0.84);1,0)	((0.59,0.76,0.86);1,0)	((0.49,0.67,0.81);1,0)	((0.58,0.74,0.86);1,0)
Ş. H. M.	((0.46,0.62,0.74);1,0)	((0.43,0.56,0.66);1,0)	((0.48,0.61,0.71);1,0)	((0.52,0.67,0.78);1,0)	((0.51,0.67,0.79);1,0)	((0.47,0.62,0.74);1,0)
G. K.	((0.47,0.61,0.72);1,0)	((0.34,0.49,0.62);1,0)	((0.43,0.56,0.66);1,0)	((0.39,0.54,0.67);1,0)	((0.46,0.64,0.78);1,0)	((0.43,0.59,0.73);1,0)
B. A.	((0.50,0.64,0.76);1,0)	((0.37,0.50,0.62);1,0)	((0.43,0.54,0.63);1,0)	((0.45,0.58,0.67);1,0)	((0.46,0.61,0.72);1,0)	((0.53,0.68,0.78);1,0)
E. K.	((0.45,0.61,0.72);1,0)	((0.42,0.54,0.64);1,0)	((0.44,0.57,0.65);1,0)	((0.37,0.50,0.61);1,0)	((0.52,0.68,0.80);1,0)	((0.51,0.67,0.79);1,0)

Tablo 5.37. Birleştirilmiş karar matrisi $R_{\bar{U}B}$

Alternatifler	Kriterler						
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği	Hijyen/ Temiz.
B. K.	((0.46,0.60,0.70);1,0)	((0.38,0.53,0.66);1,0)	((0.61,0.75,0.84);1,0)	((0.53,0.68,0.77);1,0)	((0.53,0.68,0.78);1,0)	((0.51,0.67,0.77);1,0)	((0.49,0.64,0.75);1,0)
C. K.	((0.39,0.51,0.60);1,0)	((0.29,0.40,0.51);1,0)	((0.35,0.47,0.57);1,0)	((0.38,0.51,0.60);1,0)	((0.41,0.54,0.64);1,0)	((0.41,0.54,0.64);1,0)	((0.40,0.51,0.60);1,0)
H. K.	((0.41,0.54,0.64);1,0)	((0.37,0.52,0.65);1,0)	((0.45,0.58,0.68);1,0)	((0.41,0.55,0.68);1,0)	((0.46,0.61,0.72);1,0)	((0.46,0.61,0.72);1,0)	((0.41,0.55,0.68);1,0)
S. K.	((0.53,0.66,0.74);1,0)	((0.32,0.44,0.56);1,0)	((0.52,0.67,0.77);1,0)	((0.53,0.67,0.76);1,0)	((0.48,0.61,0.70);1,0)	((0.51,0.65,0.74);1,0)	((0.53,0.66,0.74);1,0)
S. D.	((0.61,0.77,0.86);1,0)	((0.43,0.59,0.72);1,0)	((0.57,0.72,0.83);1,0)	((0.58,0.74,0.85);1,0)	((0.52,0.69,0.80);1,0)	((0.58,0.74,0.84);1,0)	((0.55,0.70,0.80);1,0)
Ş. H. M.	((0.43,0.56,0.66);1,0)	((0.37,0.50,0.61);1,0)	((0.45,0.57,0.66);1,0)	((0.45,0.58,0.68);1,0)	((0.47,0.60,0.70);1,0)	((0.45,0.58,0.68);1,0)	((0.47,0.59,0.67);1,0)
G. K.	((0.43,0.57,0.68);1,0)	((0.35,0.50,0.62);1,0)	((0.43,0.57,0.68);1,0)	((0.41,0.55,0.66);1,0)	((0.43,0.58,0.71);1,0)	((0.40,0.55,0.67);1,0)	((0.40,0.53,0.63);1,0)
B. A.	((0.38,0.50,0.59);1,0)	((0.32,0.44,0.55);1,0)	((0.38,0.49,0.58);1,0)	((0.38,0.49,0.57);1,0)	((0.40,0.52,0.62);1,0)	((0.41,0.53,0.62);1,0)	((0.40,0.52,0.61);1,0)
E. K.	((0.37,0.50,0.60);1,0)	((0.37,0.50,0.60);1,0)	((0.41,0.54,0.63);1,0)	((0.35,0.47,0.57);1,0)	((0.41,0.55,0.66);1,0)	((0.42,0.56,0.66);1,0)	((0.40,0.52,0.62);1,0)

Adım 3: Kriter ağırlıklarının karar verici ağırlıklarıyla bir araya getirilmesi.

Bu uygulamada kriterlerin önem sırası her katılımcı için aynı olduğu varsayıldığı için her katılımcıdan elde edilen kriter ağırlıkları da aynıdır. Karar vericilerin ve kriterlerin ağırlık değerlerinin sıfır ile bir arasında yer alması sebebiyle Adım 3 sonrasındaki ağırlık vektörü ile öncesindeki ağırlık vektörü birbirine eşittir.

Adım 4: Karar matrisinin normalize edilmesi.

Elemanları üçgen bulanık sayılardan oluşan normalize karar matrisi $H_{\bar{U}B}$ Tablo 5.38’de verilmiştir.

Elemanları üçgen sezgisel bulanık sayılardan oluşan normalize karar matrisi $H_{\bar{U}S}$ Ek 15.1’de, elemanları üçgen nütrosifik sayılardan oluşan normalize karar matrisi $H_{\bar{U}N}$ Ek 15.2’de, elemanları üçgen tasviri bulanık sayılardan oluşan normalize karar matrisi $H_{\bar{U}T}$ Ek 15.3’te yer almaktadır.

Uygulanacak yöntemlerin Adım 4’ten sonra farklılaşması sebebiyle diğer adımlar ayrı başlıklar altında (önce TOPSIS yönteminin daha sonra VIKOR yönteminin uygulaması) sunulmaktadır.

5.2.1. Üçgen Bulanık Sayı Uzantıları ile TOPSIS Yöntemi

Adım 5: Adım 3’te elde edilen ağırlıklar kullanılarak ağırlıklandırılmış normalize karar matrisinin elde edilmesi.

Elemanları üçgen bulanık sayılardan oluşan ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi $R'_{\bar{U}B}$ Tablo 5.39’da verilmiştir.

Elemanları üçgen sezgisel bulanık sayılardan oluşan ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi $R'_{\bar{U}S}$ Ek 16.1’de, elemanları üçgen nütrosifik sayılardan oluşan ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi $R'_{\bar{U}N}$ Ek 16.2’de, elemanları üçgen tasviri bulanık sayılardan oluşan ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi $R'_{\bar{U}T}$ Ek 16.3’te yer almaktadır.

Tablo 5.38. Normalize karar matrisi $H_{\bar{U}B}$

Alternatifler	Kriterler						
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği	Hijyen/ Temiz.
B. K.	((0.54,0.70,0.82);1,0)	((0.53,0.73,0.90);1,0)	((0.73,0.90,1.00);1,0)	((0.62,0.80,0.91);1,0)	((0.66,0.85,0.97);1,0)	((0.61,0.79,0.92);1,0)	((0.62,0.80,0.94);1,0)
C. K.	((0.45,0.59,0.69);1,0)	((0.39,0.56,0.71);1,0)	((0.42,0.56,0.68);1,0)	((0.44,0.60,0.71);1,0)	((0.51,0.67,0.79);1,0)	((0.49,0.64,0.76);1,0)	((0.50,0.64,0.76);1,0)
H. K.	((0.47,0.63,0.75);1,0)	((0.51,0.71,0.89);1,0)	((0.53,0.69,0.82);1,0)	((0.48,0.65,0.80);1,0)	((0.57,0.75,0.89);1,0)	((0.54,0.72,0.85);1,0)	((0.52,0.69,0.85);1,0)
S. K.	((0.62,0.77,0.86);1,0)	((0.44,0.60,0.77);1,0)	((0.62,0.80,0.92);1,0)	((0.63,0.79,0.90);1,0)	((0.59,0.76,0.87);1,0)	((0.61,0.77,0.88);1,0)	((0.66,0.82,0.93);1,0)
S. D.	((0.71,0.89,1.00);1,0)	((0.59,0.81,1.00);1,0)	((0.68,0.87,1.00);1,0)	((0.69,0.88,1.00);1,0)	((0.64,0.85,1.00);1,0)	((0.69,0.88,1.00);1,0)	((0.69,0.87,1.00);1,0)
Ş. H. M.	((0.50,0.65,0.77);1,0)	((0.52,0.69,0.84);1,0)	((0.53,0.68,0.79);1,0)	((0.53,0.69,0.80);1,0)	((0.58,0.75,0.86);1,0)	((0.53,0.69,0.80);1,0)	((0.58,0.74,0.84);1,0)
G. K.	((0.50,0.66,0.79);1,0)	((0.49,0.68,0.86);1,0)	((0.52,0.68,0.81);1,0)	((0.49,0.65,0.78);1,0)	((0.54,0.73,0.88);1,0)	((0.48,0.65,0.80);1,0)	((0.50,0.66,0.79);1,0)
B. A.	((0.44,0.58,0.69);1,0)	((0.44,0.61,0.76);1,0)	((0.45,0.59,0.69);1,0)	((0.45,0.58,0.68);1,0)	((0.49,0.65,0.77);1,0)	((0.48,0.63,0.74);1,0)	((0.51,0.66,0.77);1,0)
E. K.	((0.43,0.58,0.70);1,0)	((0.51,0.69,0.83);1,0)	((0.50,0.65,0.76);1,0)	((0.41,0.55,0.68);1,0)	((0.51,0.69,0.82);1,0)	((0.50,0.66,0.79);1,0)	((0.50,0.66,0.78);1,0)

Tablo 5.39. Ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi $R'_{\bar{U}B}$

Alternatifler	Kriterler						
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği	Hijyen/ Temiz.
B. K.	((0.09,0.12,0.14);1,0)	((0.08,0.10,0.13);1,0)	((0.12,0.14,0.16);1,0)	((0.07,0.09,0.10);1,0)	((0.08,0.11,0.12);1,0)	((0.06,0.07,0.09);1,0)	((0.12,0.15,0.18);1,0)
C. K.	((0.08,0.10,0.12);1,0)	((0.06,0.08,0.10);1,0)	((0.07,0.09,0.11);1,0)	((0.05,0.07,0.08);1,0)	((0.06,0.08,0.10);1,0)	((0.05,0.06,0.07);1,0)	((0.10,0.12,0.15);1,0)
H. K.	((0.08,0.11,0.13);1,0)	((0.07,0.10,0.13);1,0)	((0.08,0.11,0.13);1,0)	((0.05,0.07,0.09);1,0)	((0.07,0.09,0.11);1,0)	((0.05,0.07,0.08);1,0)	((0.10,0.13,0.16);1,0)
S. K.	((0.11,0.14,0.15);1,0)	((0.06,0.09,0.11);1,0)	((0.10,0.13,0.15);1,0)	((0.07,0.09,0.10);1,0)	((0.07,0.10,0.11);1,0)	((0.06,0.07,0.08);1,0)	((0.13,0.16,0.18);1,0)
S. D.	((0.13,0.16,0.18);1,0)	((0.08,0.12,0.14);1,0)	((0.11,0.14,0.16);1,0)	((0.08,0.10,0.11);1,0)	((0.08,0.11,0.13);1,0)	((0.06,0.08,0.09);1,0)	((0.13,0.17,0.19);1,0)
Ş. H. M.	((0.09,0.12,0.14);1,0)	((0.07,0.10,0.12);1,0)	((0.08,0.11,0.13);1,0)	((0.06,0.08,0.09);1,0)	((0.07,0.09,0.11);1,0)	((0.05,0.06,0.07);1,0)	((0.11,0.14,0.16);1,0)
G. K.	((0.09,0.12,0.14);1,0)	((0.07,0.10,0.12);1,0)	((0.08,0.11,0.13);1,0)	((0.05,0.07,0.09);1,0)	((0.07,0.09,0.11);1,0)	((0.04,0.06,0.07);1,0)	((0.10,0.13,0.15);1,0)
B. A.	((0.08,0.10,0.12);1,0)	((0.06,0.09,0.11);1,0)	((0.07,0.09,0.11);1,0)	((0.05,0.06,0.07);1,0)	((0.06,0.08,0.10);1,0)	((0.04,0.06,0.07);1,0)	((0.10,0.13,0.15);1,0)
E. K.	((0.08,0.10,0.12);1,0)	((0.07,0.10,0.12);1,0)	((0.08,0.10,0.12);1,0)	((0.04,0.06,0.07);1,0)	((0.06,0.09,0.10);1,0)	((0.05,0.06,0.07);1,0)	((0.10,0.13,0.15);1,0)

Adım 6: Pozitif ideal ve negatif ideal çözümlerin belirlenmesi.

İdeal çözümler her bir bulanık küme uzantısı için aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

Üçgen bulanık sayılar ve üçgen sezgisel bulanık sayılar için;

$$\text{Pozitif ideal çözüm: } A^+ = ((1,1,1); 1,0)$$

$$\text{Negatif ideal çözüm: } A^- = ((0,0,0^+); 0,1)$$

Üçgen nütrosifik sayılar ve üçgen tasviri bulanık sayılar için;

$$\text{Pozitif ideal çözüm: } A^+ = ((1,1,1); 1,0,0)$$

$$\text{Negatif ideal çözüm: } A^- = ((0,0,0^+); 0,0,1)$$

Adım 7: Pozitif ideal çözüm ve negatif ideal çözüm ile alternatifler arasındaki mesafenin hesaplanması.

Elemanları üçgen bulanık sayılardan oluşan ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi $R'_{\tilde{U}B}$ 'nin $d(A^+, r'_{ij})$ değerleri Tablo 5.40'ta verilmiştir. Elemanları üçgen sezgisel bulanık sayılardan oluşan ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi $R'_{\tilde{U}S}$ 'nin $d(A^+, r'_{ij})$ değerleri Ek 17.1'de, elemanları üçgen nütrosifik sayılardan oluşan ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi $R'_{\tilde{U}N}$ 'nin $d(A^+, r'_{ij})$ değerleri Ek 17.2'de, elemanları üçgen tasviri bulanık sayılardan oluşan ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi $R'_{\tilde{U}T}$ 'nin $d(A^+, r'_{ij})$ değerleri Ek 17.3'te yer almaktadır.

Elemanları üçgen bulanık sayılardan oluşan ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi $R'_{\tilde{U}B}$ 'nin $d(A^-, r'_{ij})$ değerleri Tablo 5.41'de verilmiştir. Elemanları üçgen sezgisel bulanık sayılardan oluşan ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi $R'_{\tilde{U}S}$ 'nin $d(A^-, r'_{ij})$ değerleri Ek 18.1'de, elemanları üçgen nütrosifik sayılardan oluşan ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi $R'_{\tilde{U}N}$ 'nin $d(A^-, r'_{ij})$ değerleri Ek 18.2'de, elemanları üçgen tasviri bulanık sayılardan oluşan ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi $R'_{\tilde{U}T}$ 'nin $d(A^-, r'_{ij})$ değerleri Ek 18.3'te yer almaktadır.

Tablo 5.40. $R'_{\bar{U}B}$ 'nin pozitif ideal çözüme olan uzaklık değerleri

Alternatifler	Kriterler						
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği	Hijyen/ Temiz.
B. K.	0,879508374	0,897055066	0,860621466	0,914592436	0,895796599	0,928168815	0,849362753
C. K.	0,898511298	0,920813868	0,912042862	0,935749664	0,916995192	0,941273424	0,878588321
H. K.	0,891731153	0,899136876	0,891428994	0,928929159	0,90698839	0,934528986	0,868416371
S. K.	0,868023085	0,913783402	0,875517157	0,915178771	0,906647361	0,929821398	0,845715112
S. D.	0,847344702	0,885797571	0,86519862	0,906005805	0,89516899	0,92053038	0,835861823
Ş. H. M.	0,887323428	0,902429259	0,893866121	0,926093054	0,907770869	0,93719712	0,861598757
G. K.	0,885557833	0,903115286	0,893633125	0,929906417	0,910210658	0,940125483	0,875346153
B. A.	0,899868107	0,913666544	0,908590102	0,937371249	0,91985622	0,942691703	0,876372629
E. K.	0,899918831	0,902881202	0,899425436	0,939944932	0,915301104	0,93974585	0,876281336

Tablo 5.41. $R'_{\bar{U}B}$ 'nin negatif ideal çözüme olan uzaklık değerleri

Alternatifler	Kriterler						
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği	Hijyen/ Temiz.
B. K.	0,120491626	0,102944934	0,139378534	0,085407564	0,104203401	0,071831185	0,150637247
C. K.	0,101488702	0,079186132	0,087957138	0,064250336	0,083004808	0,058726576	0,121411679
H. K.	0,108268847	0,100863124	0,108571006	0,071070841	0,093011161	0,065471014	0,131583629
S. K.	0,131976915	0,086216598	0,124482843	0,084821229	0,093352639	0,070178602	0,154284888
S. D.	0,152655298	0,114202429	0,13480138	0,093994195	0,10483101	0,07946962	0,164138177
Ş. H. M.	0,112676572	0,097570741	0,106133879	0,073906946	0,092229131	0,06280288	0,138401243
G. K.	0,114442167	0,096884714	0,106366875	0,070093583	0,089789342	0,059874517	0,124653847
B. A.	0,100131893	0,086333456	0,091409898	0,062628751	0,08014378	0,057308297	0,123627371
E. K.	0,100081169	0,097118798	0,100574564	0,060055068	0,084698896	0,06025415	0,123718664

D_i^+ i. alternatifin pozitif ideal çözüme olan uzaklığını ifade etmektedir. ÜBS kullanılarak yapılan uygulama için $D_{i-ÜB}^+$ değerleri, ÜSBS kullanılarak yapılan uygulama için $D_{i-ÜS}^+$ değerleri, ÜNS kullanılarak yapılan uygulama için $D_{i-ÜN}^+$ değerleri, ÜTBS kullanılarak yapılan uygulama için $D_{i-ÜT}^+$ değerleri Tablo 5.42’de verilmiştir.

Tablo 5.42. ÜBS ve uzantıları ile yapılan uygulamaların D_i^+ değerleri

Alt.	B.K.	C.K.	H.K.	S.K.	S.D.	Ş.H.M.	G.K.	B.A.	E.K.
$D_{i-ÜB}^+$	6,225	6,404	6,321	6,255	6,156	6,316	6,338	6,398	6,373
$D_{i-ÜS}^+$	6,872	6,912	6,894	6,907	6,894	6,863	6,917	6,925	6,922
$D_{i-ÜN}^+$	5,160	5,188	5,175	5,185	5,176	5,153	5,192	5,197	5,195
$D_{i-ÜT}^+$	6,895	6,929	6,914	6,925	6,916	6,886	6,934	6,940	6,937

D_i^- i. alternatifin negatif ideal çözüme olan uzaklığını ifade etmektedir. ÜBS kullanılarak yapılan uygulama için $D_{i-ÜB}^-$ değerleri, ÜSBS kullanılarak yapılan uygulama için $D_{i-ÜS}^-$ değerleri, ÜNS kullanılarak yapılan uygulama için $D_{i-ÜN}^-$ değerleri, ÜTBS kullanılarak yapılan uygulama için $D_{i-ÜT}^-$ değerleri Tablo 5.43’te verilmiştir.

Tablo 5.43. ÜBS ve uzantıları ile yapılan uygulamaların D_i^- değerleri

Alt.	B.K.	C.K.	H.K.	S.K.	S.D.	Ş.H.M.	G.K.	B.A.	E.K.
$D_{i-ÜB}^-$	0,775	0,596	0,679	0,745	0,844	0,684	0,662	0,602	0,627
$D_{i-ÜS}^-$	0,752	0,580	0,660	0,727	0,823	0,661	0,646	0,587	0,611
$D_{i-ÜN}^-$	0,090	0,062	0,075	0,065	0,074	0,097	0,058	0,053	0,055
$D_{i-ÜT}^-$	0,105	0,071	0,086	0,075	0,084	0,114	0,066	0,060	0,063

Adım 8: Yakınlık katsayısının hesaplanması ve alternatiflerin sıralanması.

Her bir alternatif için yakınlık katsayısı aşağıdaki gibi hesaplanır. Yakınlık katsayısı en büyük olan alternatif en iyi alternatiftir.

$$C_i^* = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-}$$

ÜBS kullanılarak yapılan uygulama için $C_{i-\bar{U}B}^*$ değerleri ile alternatiflerin sırası, ÜSBS kullanılarak yapılan uygulama için $C_{i-\bar{U}S}^*$ değerleri ile alternatiflerin sırası, ÜNS kullanılarak yapılan uygulama için $C_{i-\bar{U}N}^*$ değerleri ile alternatiflerin sırası, ÜTBS kullanılarak yapılan uygulama için $C_{i-\bar{U}T}^*$ değerleri ile alternatiflerin sırası Tablo 5.44'te verilmiştir.

Tablo 5.44. ÜBS ve uzantıları ile yapılan uygulamaların C_i^* değerleri ve sıraları

Alt.	B.K.	C.K.	H.K.	S.K.	S.D.	Ş.H.M.	G.K.	B.A.	E.K.
$C_{i-\bar{U}B}^*$	0,111	0,085	0,097	0,106	0,121	0,098	0,095	0,086	0,090
ÜBS-Sıra	2	9	5	3	1	4	6	8	7
$C_{i-\bar{U}S}^*$	0,099	0,077	0,087	0,095	0,107	0,088	0,085	0,078	0,081
ÜSBS-Sıra	2	9	5	3	1	4	6	8	7
$C_{i-\bar{U}N}^*$	0,0172	0,0118	0,0142	0,0124	0,0141	0,0185	0,011	0,0100	0,0104
ÜNS-Sıra	2	6	3	5	4	1	7	9	8
$C_{i-\bar{U}T}^*$	0,0151	0,0102	0,0124	0,0106	0,0121	0,0164	0,0095	0,0086	0,0090
ÜTBS-Sıra	2	6	3	5	4	1	7	9	8

Üçgen bulanık sayılar ve uzantılarıyla yapılan uygulamalarının sonucu elde edilen sıralamalar daha kolay karşılaştırma yapılabilmesi için Tablo 5.45'te verilmiştir.

Tablo 5.45. ÜBS ve uzantıları ile TOPSIS yöntemi uygulamalarının sonuçları

Alt.	B.K.	C.K.	H.K.	S.K.	S.D.	Ş.H.M.	G.K.	B.A.	E.K.
ÜBS	2	9	5	3	1	4	6	8	7
ÜSBS	2	9	5	3	1	4	6	8	7
ÜNS	2	6	3	5	4	1	7	9	8
ÜTBS	2	6	3	5	4	1	7	9	8

5.2.2. Üçgen Bulanık Sayı Uzantıları ile VIKOR Yöntemi

H normalize karar matrisleri (Tablo 5.38 ve Ek 15.1, 15.2, 15.3) üzerinden aşağıdaki adımlara devam edilmiştir.

Adım 5: En iyi ve en kötü değerlerin belirlenmesi.

En iyi ve en kötü değerler ÜBS ve ÜSBS için $A^+ = ((1,1,1); 1,0)$, $A^- = ((0,0,0^+); 0,1)$; ÜNS ve ÜTBS için $A^+ = ((1,1,1); 1,0,0)$, $A^- = ((0,0,0^+); 0,0,1)$ olarak belirlenmiştir.

Adım 6: $\bar{d}_{ij}$ değerinin hesaplanması.

Her bir ÜBS ve uzantıları için en iyi ve en kötü değerler arasındaki uzaklıklar ($d(A^+, A^-)$) Tablo 5.46’da verilmiştir.

Tablo 5.46. ÜBS ve uzantıları için en iyi- en kötü değerler arasındaki uzaklıklar

	ÜBS	ÜSBS	ÜNS	ÜTBS
$d(A^+, A^-)$	1	1	0,75	1

ÜBS ile yapılan uygulama için $d(A^+, h_{ij})$ değerleri Tablo 5.47’de verilmiştir. ÜSBS ile yapılan uygulama için $d(A^+, h_{ij})$ değerleri Ek 19.1’de, ÜNS ile yapılan uygulama için $d(A^+, h_{ij})$ değerleri Ek 19.2’de, ÜTBS ile yapılan uygulama için $d(A^+, h_{ij})$ değerleri Ek 19.3’te verilmiştir.

Daha sonra bulanık küme ve uzantıları için $\bar{d}_{ij}$ değerleri elde edilmiştir.

$$\bar{d}_{ij} = \frac{d(A^+, h_{ij})}{d(A^+, A^-)}$$

ÜBS ile yapılan uygulama için $\bar{d}_{ij}$ değerleri Tablo 5.48’de verilmiştir. ÜSBS ile yapılan uygulama için $\bar{d}_{ij}$ değerleri Ek 20.1’de, ÜNS ile yapılan uygulama için $\bar{d}_{ij}$ değerleri Ek 20.2’de, ÜTBS ile yapılan uygulama için $\bar{d}_{ij}$ değerleri Ek 20.3’te verilmiştir.

Tablo 5.47. Normalize karar matrisi H_{0B} 'nin en iyi çözüme olan uzaklık değerleri

Alternatifler	Kriterler						
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği	Hijyen/ Temiz.
B. K.	0,315388489	0,280105358	0,123405448	0,223567598	0,172988881	0,227621664	0,215431007
C. K.	0,423359648	0,446250825	0,446810452	0,415906038	0,34123168	0,368531441	0,367647506
H. K.	0,384836095	0,294663467	0,317163484	0,353901449	0,261812622	0,2960106	0,314668597
S. K.	0,250131162	0,397086727	0,217089038	0,228897914	0,259106037	0,245391373	0,196432877
S. D.	0,132640351	0,201381615	0,15219258	0,145507321	0,168007859	0,145487959	0,145113661
Ş. H. M.	0,359792204	0,317687127	0,332491327	0,32811867	0,268022773	0,324700215	0,279160195
G. K.	0,349760416	0,322484515	0,331025943	0,362785612	0,287386171	0,356187994	0,350761213
B. A.	0,431068788	0,39626954	0,425094981	0,430647721	0,363938253	0,383781748	0,356107442
E. K.	0,431356992	0,320847564	0,367455571	0,454044835	0,327786538	0,352105915	0,355631959

Tablo 5.48. ÜBS ile yapılan uygulama için $\bar{d}_{ij}$ değerleri

Alternatifler	Kriterler						
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği	Hijyen/ Temiz.
B. K.	0,315388489	0,280105358	0,123405448	0,223567598	0,172988881	0,227621664	0,215431007
C. K.	0,423359648	0,446250825	0,446810452	0,415906038	0,34123168	0,368531441	0,367647506
H. K.	0,384836095	0,294663467	0,317163484	0,353901449	0,261812622	0,2960106	0,314668597
S. K.	0,250131162	0,397086727	0,217089038	0,228897914	0,259106037	0,245391373	0,196432877
S. D.	0,132640351	0,201381615	0,15219258	0,145507321	0,168007859	0,145487959	0,145113661
Ş. H. M.	0,359792204	0,317687127	0,332491327	0,32811867	0,268022773	0,324700215	0,279160195
G. K.	0,349760416	0,322484515	0,331025943	0,362785612	0,287386171	0,356187994	0,350761213
B. A.	0,431068788	0,39626954	0,425094981	0,430647721	0,363938253	0,383781748	0,356107442
E. K.	0,431356992	0,320847564	0,367455571	0,454044835	0,327786538	0,352105915	0,355631959

Adım 7: Sırasıyla her bir alternatif için grup fayda değerinin ve bireysel pişmanlığın hesaplanması S_i ve R_i .

$$S_i = \sum_{j=1}^n w'_j \cdot \bar{d}_{ij}$$

$$R_i = \max_{j=1, \dots, n} (w'_j \cdot \bar{d}_{ij})$$

ÜBS ile yapılan uygulama için $S_{i-\bar{ÜB}}$ ve $R_{i-\bar{ÜB}}$ değerleri, ÜSBS ile yapılan uygulama için $S_{i-\bar{ÜS}}$ ve $R_{i-\bar{ÜS}}$ değerleri, ÜNS ile yapılan uygulama için $S_{i-\bar{ÜN}}$ ve $R_{i-\bar{ÜN}}$ değerleri, ÜTBS ile yapılan uygulama için $S_{i-\bar{ÜT}}$ ve $R_{i-\bar{ÜT}}$ değerleri Tablo 5.49'da verilmiştir.

Tablo 5.49. ÜBS ve uzantıları ile yapılan uygulamaların S_i ve R_i değerleri

Alt.	B.K.	C.K.	H.K.	S.K.	S.D.	Ş.H.M.	G.K.	B.A.	E.K.
$S_{i-\bar{ÜB}}$	0,2241	0,403	0,3202	0,2537	0,1549	0,3153	0,3369	0,3974	0,3725
$R_{i-\bar{ÜB}}$	0,0555	0,0745	0,0677	0,0568	0,0288	0,0633	0,0673	0,0759	0,0759
$S_{i-\bar{ÜS}}$	0,8708	0,9113	0,8932	0,9058	0,8935	0,8616	0,9162	0,9238	0,9207
$R_{i-\bar{ÜS}}$	0,1732	0,1768	0,1756	0,1727	0,1715	0,1619	0,1764	0,1765	0,1765
$S_{i-\bar{ÜN}}$	0,8784	0,9167	0,8996	0,912	0,9005	0,8693	0,9218	0,9288	0,9259
$R_{i-\bar{ÜN}}$	0,1744	0,1778	0,1766	0,174	0,1729	0,1629	0,1775	0,1776	0,1776
$S_{i-\bar{ÜT}}$	0,8936	0,9277	0,9125	0,9245	0,9146	0,8845	0,9328	0,9388	0,9363
$R_{i-\bar{ÜT}}$	0,1769	0,1799	0,1788	0,1766	0,1756	0,1647	0,1795	0,1796	0,1796

Adım 8: Her bir alternatifin yakınlık derecesinin hesaplanması.

Üçgen bulanık sayı ve uzantıları ile yapılan uygulama için Q_i değerleri hesaplanmıştır.

$$Q_i = v \frac{S_i - S^+}{S^- - S^+} + (1 - v) \frac{R_i - R^+}{R^- - R^+}$$

$S^+ = \min_i S_i$, $S^- = \max_i S_i$, $R^+ = \min_i R_i$, $R^- = \max_i R_i$ ve v maksimum grup faydası stratejisi için bir ağırlık ve $(1 - v)$ minimum bireysel pişmanlığın ağırlığıdır ($0 \leq v \leq 1$). Bu uygulamada “fikir birliği ile” bulunabilmesi için $v = 0.5$ alınmıştır.

ÜBS, ÜSBS, ÜNS ve ÜTBS için S^+ , S^- , R^+ ve R^- değerleri Tablo 5.50’de verilmiştir.

Tablo 5.50. ÜBS ve uzantıları ile yapılan uygulamaların S^+ , S^- , R^+ ve R^- değerleri

	S^+	S^-	R^+	R^-
ÜBS	0,154907892	0,402974629	0,028797571	0,075918831
ÜSBS	0,861642992	0,923802069	0,161915428	0,17682354
ÜNS	0,86926259	0,928815265	0,1628544	0,177835304
ÜTBS	0,884501786	0,938841655	0,164732343	0,179858832

Üçgen bulanık sayı ve uzantıları ile yapılan uygulama için Q_i değerleri Tablo 5.51’de verilmiştir.

Tablo 5.51. ÜBS ve uzantıları ile yapılan uygulamaların Q_i değerleri

Alternatifler	ÜBS	ÜSBS	ÜNS	ÜTBS
Bodrum Kafe	0,422900036	0,450957267	0,462891661	0,487432502
Corner Kafe	0,985064782	0,899300949	0,898613711	0,897041456
Harika Kafe	0,746200987	0,711336137	0,715518116	0,724124104
Shadow Kafe	0,496051872	0,717665467	0,731209397	0,759087725
Simitçi Dünyası	0	0,577036883	0,596086301	0,635628646
Şenay Hanım'ın Mutfağı	0,689592241	0	0	0
Göl Kafe	0,775846678	0,92555416	0,928093077	0,93359512
Botanik Alakart	0,988258988	0,990711045	0,991372435	0,992676118
Erdağ Kafe	0,938573105	0,965273785	0,966609286	0,969446563

Adım 9: Alternatiflerin Q_i , S_i ve R_i ’nin değerleri artan sırada olacak şekilde sıralanması

Minimum Q_i değerine sahip alternatif A^1 eğer şu iki koşulu sağlarsa uzlaştırmacı çözüm olarak önerilir: (1.sıradaki alternatif A^1 , 2.sıradaki alternatif A^2 , m alternatif sayısıdır.)

$$\text{Koşul 1: (Kabul edilebilir avantaj)} \quad Q(A^2) - Q(A^1) \geq \frac{1}{m-1}$$

Koşul 2: (Karar vermede kabul edilebilir denge) En iyi alternatif yani minimum Q değerine sahip alternatif, S ve/veya R değerlerine göre yapılan sırada da en iyi sırada olmalıdır.

ÜBS ile yapılan uygulama için Q_i , S_i ve R_i değerlerine göre sıralamalar Tablo 5.52’de verilmiştir.

Tablo 5.52. ÜBS ile yapılan uygulama için Q_i , S_i ve R_i değerlerine göre sıralamalar

Alt.	B.K.	C.K.	H.K.	S.K.	S.D.	Ş.H.M.	G.K.	B.A.	E.K.
Q_i	2	8	5	3	1	4	6	9	7
S_i	2	9	5	3	1	4	6	8	7
R_i	2	7	6	3	1	4	5	8	9

Koşul 1: (Kabul edilebilir avantaj)

$$m = 9 \text{ için } Q(A^2) - Q(A^1) \geq \frac{1}{m-1} = \frac{1}{9-1} = \frac{1}{8} = 0,125 \text{ olmalıdır.}$$

$Q(A^2) = 0,422900036$ ve $Q(A^1) = 0$, $0,422900036 - 0 = 0,422900036 \geq 0,125$ olduğu için Koşul 1 sağlanmaktadır.

Koşul 2: (Karar vermede kabul edilebilir denge) En iyi alternatif yani minimum Q değerine sahip alternatif, S ve/veya R değerlerine göre yapılan sırada da en iyi sırada olmalıdır.

Tablo 5.52’deki Q_i , S_i ve R_i değerlerine göre sıralamaların her üçünde de en iyi sırada olan alternatif “Simitçi Dünyası”dır. Her iki koşul sağlandığı için “**Simitçi Dünyası**” uzlaştırmacı çözüm olarak önerilmektedir.

ÜSBS ile yapılan uygulama için Q_i , S_i ve R_i değerlerine göre sıralamalar Tablo 5.53’tedir.

Tablo 5.53. ÜSBS ile yapılan uygulama için Q_i , S_i ve R_i değerlerine göre sıralamalar

Alt.	B.K.	C.K.	H.K.	S.K.	S.D.	Ş.H.M.	G.K.	B.A.	E.K.
Q_i	2	6	4	5	3	1	7	9	8
S_i	2	6	3	5	4	1	7	9	8
R_i	4	9	5	3	2	1	6	8	7

Koşul 1: (Kabul edilebilir avantaj)

$$m = 9 \text{ için } Q(A^2) - Q(A^1) \geq \frac{1}{m-1} = \frac{1}{9-1} = \frac{1}{8} = 0,125 \text{ olmalıdır.}$$

$$Q(A^2) = 0,450957267 \text{ ve } Q(A^1) = 0$$

$0,450957267 - 0 = 0,450957267 \geq 0,125$ olduğu için Koşul 1 sağlanmaktadır.

Koşul 2: (Karar vermede kabul edilebilir denge) En iyi alternatif yani minimum Q değerine sahip alternatif, S ve/veya R değerlerine göre yapılan sırada da en iyi sırada olmalıdır.

Tablo 5.53'teki Q_i , S_i ve R_i değerlerine göre sıralamaların her üçünde de en iyi sırada olan alternatif “Şenay Hanım'ın Mutfağı”dır. Her iki koşul sağlandığı için “**Şenay Hanım'ın Mutfağı**” uzlaştırmacı çözüm olarak önerilmektedir.

ÜNS ile yapılan uygulama için Q_i , S_i ve R_i değerlerine göre sıralamalar Tablo 5.54'te verilmiştir.

Tablo 5.54. ÜNS ile yapılan uygulama için Q_i , S_i ve R_i değerlerine göre sıralamalar

Alt.	B.K.	C.K.	H.K.	S.K.	S.D.	Ş.H.M.	G.K.	B.A.	E.K.
Q_i	2	6	4	5	3	1	7	9	8
S_i	2	6	3	5	4	1	7	9	8
R_i	4	9	5	3	2	1	6	8	7

Koşul 1: (Kabul edilebilir avantaj)

$$m = 9 \text{ için } Q(A^2) - Q(A^1) \geq \frac{1}{m-1} = \frac{1}{9-1} = \frac{1}{8} = 0,125 \text{ olmalıdır.}$$

$$Q(A^2) = 0,462891661 \text{ ve } Q(A^1) = 0$$

$0,462891661 - 0 = 0,462891661 \geq 0,125$ olduğu için Koşul 1 sağlanmaktadır.

Koşul 2: (Karar vermede kabul edilebilir denge) En iyi alternatif yani minimum Q değerine sahip alternatif, S ve/veya R değerlerine göre yapılan sırada da en iyi sırada olmalıdır.

Tablo 5.54'teki Q_i , S_i ve R_i değerlerine göre sıralamaların her üçünde de en iyi sırada olan alternatif “Şenay Hanım'ın Mutfağı”dır. Her iki koşul sağlandığı için “**Şenay Hanım'ın Mutfağı**” uzlaştırmacı çözüm olarak önerilmektedir.

ÜTBS ile yapılan uygulama için Q_i , S_i ve R_i değerlerine göre sıralamalar Tablo 5.55'te verilmiştir.

Tablo 5.55. ÜTBS ile yapılan uygulama için Q_i , S_i ve R_i değerlerine göre sıralamalar

Alt.	B.K.	C.K.	H.K.	S.K.	S.D.	Ş.H.M.	G.K.	B.A.	E.K.
Q_i	2	6	4	5	3	1	7	9	8
S_i	2	6	3	5	4	1	7	9	8
R_i	4	9	5	3	2	1	6	8	7

Koşul 1: (Kabul edilebilir avantaj)

$$m = 9 \text{ için } Q(A^2) - Q(A^1) \geq \frac{1}{m-1} = \frac{1}{9-1} = \frac{1}{8} = 0,125 \text{ olmalıdır.}$$

$$Q(A^2) = 0,487432502 \text{ ve } Q(A^1) = 0$$

$0,487432502 - 0 = 0,487432502 \geq 0,125$ olduğu için Koşul 1 sağlanmaktadır.

Koşul 2: (Karar vermede kabul edilebilir denge) En iyi alternatif yani minimum Q değerine sahip alternatif, S ve/veya R değerlerine göre yapılan sırada da en iyi sırada olmalıdır.

Tablo 5.55'teki Q_i , S_i ve R_i değerlerine göre sıralamaların her üçünde de en iyi sırada olan alternatif “Şenay Hanım'ın Mutfağı”dır. Her iki koşul sağlandığı için “**Şenay Hanım'ın Mutfağı**” uzlaştırmacı çözüm olarak önerilmektedir.

6. BÖLÜM

BULGULAR VE TARTIŞMA

Beşinci bölümde yapılan uygulama çalışmasından elde edilen bulgular bu bölümde tartışılmıştır. İlk olarak bulanık küme ve uzantıları ile yapılan çalışmalar kesikliler kendi içinde ve sürekliler kendi içinde olacak şekilde karşılaştırılmıştır. Daha sonra bütün sonuçların değerlendirilmesi yapılmıştır.

6.1. Bulgular

Kesikli bulanık sayı ve uzantıları ile yapılan TOPSIS ve VIKOR yöntemlerinden elde edilen sıralamalar bir arada Tablo 6.1’de verilmiştir.

Tablo 6.1. Kesikli bulanık sayı ve uzantılarıyla yapılan uygulamaların sonuçları

	Alt.	B.K.	C.K.	H.K.	S.K.	S.D.	Ş.H.M.	G.K.	B.A.	E.K.
T O P S I S	BS	2	8	4	3	1	5	6	9	7
	SBS	4	3	8	2	1	5	9	7	6
	NS	4	5	8	2	1	3	9	6	7
	TBS	4	2	8	3	1	5	9	7	6
V I K O R	BS	2	9	5	3	1	4	6	7	8
	SBS	3	9	8	2	1	4	7	6	5
	NS	5	4	8	1	2	3	9	6	7
	TBS	5	2	9	3	1	4	8	7	6

Tablo 6.1’e göre **BS** ile yapılan uygulamaların sonuçlarına bakıldığında ilk üç alternatif iki sıralamada da aynıdır (Simitçi Dünyası, Bodrum Kafe, Shadow Kafe). **SBS** ile yapılan uygulama sonuçlarına göre iki sıralamada da ilk ikide yer alan alternatifler aynıdır (Simitçi Dünyası, Shadow Kafe); üçüncü sırada TOPSIS yöntemi ile yapılan uygulamada “Corner Kafe”, VIKOR yöntemi ile yapılan uygulamada “Bodrum Kafe” yer almaktadır. **NS** ile yapılan uygulama sonuçlarına göre iki sıralamada da üçüncü sırada yer alan

alternatifler aynıdır (Şenay Hanım’ın Mutfağı); “Simitçi Dünyası” ve “Shadow Kafe” ilk ikide yer almalarına rağmen sıraları farklıdır. **TBS** ile yapılan uygulama sonuçlarına göre ilk üç alternatif iki sıralamada da aynıdır (Simitçi Dünyası, Corner Kafe, Shadow Kafe). Tablo 6.1’de BS, SBS, NS ve TBS kullanılarak yapılan **TOPSIS yöntemi** uygulamalarının sonucunda ilk sırada “Simitçi Dünyası” yer almaktadır. NS ile yapılan uygulama haricinde, **VIKOR yöntemi** uygulamalarının sonucunda ilk sırada “Simitçi Dünyası” yer almaktadır. NS ile yapılan VIKOR yöntemi uygulaması sonucunda ilk sırada “Shadow Kafe” yer almaktadır. İlk sırada yer alan alternatif çoğunda aynı olmasına rağmen Tablo 6.1’deki sıralar birbirinden farklıdır.

Üçgen bulanık sayı ve uzantıları ile yapılan TOPSIS ve VIKOR yöntemlerinden elde edilen sıralamalar bir arada Tablo 6.2’de verilmiştir.

Tablo 6.2. Üçgen bulanık sayı ve uzantılarıyla yapılan uygulamaların sonuçları

	Alt.	B.K.	C.K.	H.K.	S.K.	S.D.	Ş.H.M.	G.K.	B.A.	E.K.
T O P S I S	ÜBS	2	9	5	3	1	4	6	8	7
	ÜSBS	2	9	5	3	1	4	6	8	7
	ÜNS	2	6	3	5	4	1	7	9	8
	ÜTBS	2	6	3	5	4	1	7	9	8
V I K O R	ÜBS	2	8	5	3	1	4	6	9	7
	ÜSBS	2	6	4	5	3	1	7	9	8
	ÜNS	2	6	4	5	3	1	7	9	8
	ÜTBS	2	6	4	5	3	1	7	9	8

Tablo 6.2’de **ÜBS** ile yapılan uygulamaların sonuçlarına bakıldığında son iki sırada yer alan alternatifler haricinde diğer alternatifler aynı sırada yer almaktadır. **ÜSBS** ile yapılan uygulama sonuçlarına göre iki sıralamada ikinci sırada yer alan alternatifler aynıdır (Bodrum Kafe); ilk sırada TOPSIS yöntemi ile yapılan uygulamada “Simitçi Dünyası”, VIKOR yöntemi ile yapılan uygulamada “Şenay Hanım’ın Mutfağı” yer almaktadır. Üçüncü sırada ise TOPSIS yöntemi ile yapılan uygulamada “Shadow Kafe”, VIKOR yöntemi ile yapılan uygulamada “Simitçi Dünyası” yer almaktadır. **ÜNS** ve **ÜTBS** ile yapılan uygulama sonuçlarına göre iki sıralamada da ilk iki sırada yer alan alternatifler aynıdır (Şenay Hanım’ın Mutfağı, Bodrum Kafe); üçüncü sırada TOPSIS yöntemi ile

yapılan uygulamada “Harika Kafe”, VIKOR yöntemi ile yapılan uygulamada “Simitçi Dünyası” yer almaktadır. Tablo 6.2’ye bakıldığında ÜBS ve ÜSBS kullanılarak yapılan **TOPSIS yöntemi** uygulamalarının sonucunda ilk sırada “Simitçi Dünyası” yer almaktadır. ÜNS ve ÜTBS kullanılarak yapılan TOPSIS yöntemi uygulamalarının sonucunda ise ilk sırada “Şenay Hanım’ın Mutfağı” yer almaktadır. ÜBS ile yapılan uygulama haricinde, **VIKOR yöntemi** uygulamalarının sonucunda ilk sırada “Şenay Hanım’ın Mutfağı” yer almaktadır. ÜBS ile yapılan VIKOR yöntemi uygulaması sonucunda ise ilk sırada “Simitçi Dünyası” yer almaktadır. Tablo 6.2’de ÜBS ve ÜSBS kullanılarak yapılan TOPSIS yöntemi uygulamalarının sonucunda elde edilen sıralar birbiriyle aynıdır. ÜNS ve ÜTBS kullanılarak yapılan TOPSIS yöntemi uygulamalarının sonucunda elde edilen sıralar da birbiriyle aynıdır. ÜBS ile yapılan uygulama haricinde, VIKOR yöntemi uygulamalarının sonucunda elde edilen üç sıra birbiriyle aynıdır.

Tablo 6.1 ve Tablo 6.2 (örneğin BS kullanılarak yapılan ve ÜBS kullanılarak yapılan TOPSIS yöntemi uygulamalarının sonuçları) arasında karşılaştırma yapılırsa elde edilen sıraların farklı olduğu görülmektedir.

6.2. Tartışma

Kesikli bulanık sayı ve uzantıları ile yapılan uygulamalardan elde edilen alternatif sıraları birbirlerinden farklıdır. Kesikli bulanık sayı ve uzantılarıyla yapılan uygulama sonuçlarının kendi aralarında karşılaştırılmasından elde edilen bulgulara göre (örneğin BS ile yapılan uygulamaların sonuçlarına bakıldığında) TOPSIS ve VIKOR yöntemleri bu farklılığa sebep olarak gösterilebilir. TOPSIS ve VIKOR yöntemlerinden elde edilen sonuçlar kendi içinde karşılaştırıldığında (örneğin BS, SBS, NS ve TBS kullanılarak yapılan TOPSIS yöntemi uygulamalarının sonuçlarına göre) farklı sıralar elde edilmesinin sebebi kesikli bulanık sayı ve uzantılarıdır.

Aynı şekilde üçgen bulanık sayı ve uzantılarıyla yapılan uygulamaların bulguları incelendiğinde alternatif sıralamalarının birbirlerinden farklı olduğu görülmektedir; ancak ortak olan sıralar tek bir sıra olarak sayıldığında birbirinden farklı sadece dört sıra bulunmaktadır. Üçgen bulanık sayı ve uzantılarından elde edilen sonuçların kendi aralarında karşılaştırılmasından elde edilen bulgulara göre (örneğin ÜSBS ile yapılan uygulamaların sonuçlarına bakıldığında) sıralardaki farklılığın sebebinin TOPSIS ve VIKOR yöntemleri olduğu söylenebilir. TOPSIS ve VIKOR yöntemlerinden elde edilen

sonuçların kendi içinde karşılaştırılmasıyla (örneğin ÜBS, ÜSBS, ÜNS ve ÜTBS kullanılarak yapılan TOPSIS yöntemi uygulamalarının sonuçları) elde edilen bulgulardan üçgen bulanık sayı ve uzantılarının farklı sıralara sebep olduğunu söylemek zordur; çünkü TOPSIS ve VIKOR yöntemlerinden ikişer tane farklı sıra elde edilmiştir. Bununla birlikte uygulama sonucunda ortak sıralar elde edilmesinde dilsel değişkenlere atanan üçgen bulanık sayı ve uzantıları değerlerinin birbiriyle uyumlu olacak şekilde belirlenmesinin etkisi olabilir.

Bu çalışma sonucunda elde edilen bulgular genel olarak ele alındığında karar matrislerinde tercih edilen (kesikli veya sürekli (üçgen)) bulanık küme veya uzantısı alternatif sıralamasının değişmesine neden olmaktadır.

7. BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

Söz konusu karar verme olduğunda alternatiflerle ilgili kimi zaman kesin yargılar yapılamayabilir. Kesin olmayan yargıları bulanık küme ve uzantılarıyla karar verme problemi çözümünde temsil etmek mümkündür. Bu çalışmada bulanık küme uzantılarıyla çoklu kriter altında grupta karar verme için (bulanık küme ve uzantılarında kesikli ve sürekli olma durumları da dikkate alınarak) TOPSIS ve VIKOR yöntemleri genişletilmiştir. Çalışmada ilk olarak yöntemlerde kullanılacak olan birleştirme operatörleri ve mesafe ölçüleri verilmiştir. Üçgen tasviri bulanık sayılar için yeni grafik ve aritmetik işlemler önerisi sunulmuştur. Üçgen tasviri bulanık sayılar için birleştirme operatörleri ile mesafe ölçüsü önerilmiştir. Gerekli temel bilgiler verildikten sonra bulanık küme ve uzantıları için genişletilmiş TOPSIS ve VIKOR yöntemlerinin detayları verilmiştir. Sunulan yöntemlerde normalizasyon işlemleri matrislerde kullanılan bulanık küme ve uzantılarının yapılarını değiştirmeyecek şekilde tercih edilmiştir.

Verilen yöntemlerin gerçek verilerle uygulamasında Erciyes Üniversitesi kampüsünde yer alan kafe ve restoranlarla ilgili anket verileri kullanılmıştır. Anketi cevaplayanların kafe/restoranlara gitme sıklığı dikkate alınarak üç farklı karar verici profili elde edilmiştir. Her bir karar verici profili için (4 adet kesikli bulanık küme ve uzantıları için, 4 adet sürekli bulanık küme ve uzantıları için olmak üzere) sekizer karar matrisi elde edilmiştir. Kesikli bulanık küme ve uzantıları ile yapılan uygulamalar için karar matrislerini oluştururken anket cevaplarının yüzdeleri kullanılmıştır. Üçgen bulanık küme ve uzantıları ile yapılan uygulamada ankette verilen cevapların (dilsel değişkenlerin) üçgen bulanık sayı ve uzantıları türünden karşılığı kullanılarak karar matrisleri oluşturulmuştur.

Uygulama sonunda toplam 16 sıra elde edilmiştir. Elde edilen sıralar birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Bulanık küme ve uzantılarının karar verme probleminde kullanılmasının (ister kesikli ister sürekli olsun) farklı dizilimlere sebep olduğu

görülmüştür. Belirsizlikleri problem çözümüne dahil edebilmek için bulanık küme ve uzantılarının kullanılmasının gerekli ve yararlı olduğu sonucuna varılmıştır.

İlerleyen çalışmalarda, bulanık küme uzantılarının karar verme problemlerindeki önemini göstermek amacıyla, farklı karar verme problemlerinde, AHP, ELECTRE, PROMETHEE gibi diğer ÇKKV yöntemleri ve aralık değerli bulanık küme, aralık değerli sezgisel bulanık küme, aralık değerli nötrosofik küme gibi diğer bulanık küme uzantıları kullanılarak kıyaslamalar yapılabilir. Farklı birleştirme operatörleri (örneğin; geometrik birleştirme operatörleri) ve mesafe ölçülerinin kullanıldığı çalışmalar ile karar sonucuna etkileri araştırılabilir. Nötrosofik sayılara “ret derecesi” tanımlanarak yeni bir bulanık küme uzantısı (nötrosofik küme ve tasviri bulanık kümenin uzantısı) literatüre kazandırılabilir. Böylece ret derecesi, diğer üyelik derecelerinden bağımsız olarak ifade edilebilir. “Tasviri Nötrosofik Küme” (Picture Neutrosophic Set) olarak isimlendirilerek karar problemlerinde kullanılabilir. Bu önerilecek yeni bulanık küme uzantısı, karar problemlerinde olumlu, olumsuz, tarafsız yargılarla birlikte fikri/ bilgisi olmayanların karar verme sürecine dahil edilmesinde her birinin bağımsız olarak derecelendirilmesine olanak sağlayabilir.

KAYNAKÇA

1. Belton, V., Stewart. T. J., 2002. Multiple Criteria Decision Analysis-An Integrated Approach. Springer, United States, 372 pp.
2. Sun, B., Ma, W., 2015. An approach to consensus measurement of linguistic preference relations in multi-attribute group decision making and application. **Omega**, **51**: 83–92.
3. Bellman, R. E., Zadeh, L. A., 1970. Decision-making in a fuzzy environment. **Management Science**, **17**(4): 141-164.
4. Yayan, İ., 2001. Türk Kara Kuvvetlerinde Taarruz Taktik Keşif Helikopteri Etkinlik Değerlendirmesi ve Seçiminde Analitik Hiyerarşi Yaklaşımı. İstanbul Teknik Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 156 s.
5. Rezaei, J., 2015. A systematic review of multi-criteria decision-making applications in reverse logistics. **Transportation Research Procedia**, **10**: 766 – 776.
6. Saaty, T. L., 1977. A scaling method for priorities in hierarchical structures. **Journal of Mathematical Psychology**, **15**(3): 234-281.
7. Saaty, T. L., 1996. Decision Making with Dependence and Feedback: the Analytic Network Process. RWS Publications, Pittsburgh.
8. Roy, B., 1968. Classement et choix en présence de points de vue multiples (la méthode ELECTRE). **Revue Française d'Automatique, d'Informatique et de Recherche Opérationnelle**, **2**(8): 57-75.
9. Roy, B., Bertier, P., 1971. La méthode ELECTRE II: une méthode de classement en présence de critères multiples. **SEMA (Metra International), Direction Scientifique**, Note de Travail No. 142, Paris, 25 p.
10. Roy, B., 1978. ELECTRE III: Un algorithme de classement fondé sur une représentation floue des préférences en présence de critères multiples. **Cahiers du Centre d'études de recherche operationnelle**, **20**: 3-24.
11. Roy, B., Hugonnard, J. -C., 1982. Ranking of suburban line extension projects on the Paris metro system by a multicriteria method. **Transportation Research Part A: General**, **16**(4): 301-312.

12. Brans, J. -P., Vincke, P., 1985. Note - a preference ranking organisation method: (The PROMETHEE method for multiple criteria decision-making). **Management Science**, **31**(6): 647-656.
13. Hwang, C. -L., Yoon, K., 1981. Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications: A State-of-the-Art Survey. Springer-Verlag, New York.
14. Hwang, C. -L., Lai, Y. -J., Liu, T. -Y., 1993. A new approach for multiple objective decision making. **Computers & Operations Research**, **20**(8): 889-899.
15. Lai, Y. -J., Liu, T. -Y., Hwang, C. -L., 1994. TOPSIS for MODM. **European Journal of Operational Research**, **76**(3): 486-500.
16. Opricovic, S., 1998. Multicriteria Optimization of Civil Engineering Systems. Faculty of Civil Engineering, Belgrade.
17. Fontela, E., Gabus, A., 1974. DEMATEL, innovative methods. Report no. 2 structural analysis of the world problematique. **Battelle Geneva Research Institute**, 67-69.
18. Churchman, C. W., Ackoff, R. L., 1954. An approximate measure of value. **Journal of the Operations Research Society of America**, **2**(2): 172-187.
19. Bana e Costa, C. A. B., Vansnick, J.-C., 1994. MACBETH- an interactive path towards the construction of cardinal value functions. **International Transactions in Operational Research**, **1**(4): 489-500.
20. Shih, H. -S., Shyur, H. -J., Lee, E. S., 2007. An extension of TOPSIS for group decision making. **Mathematical and Computer Modelling**, **45**: 801-813.
21. Opricovic, S., Tzeng, G. -H., 2007. Extended VIKOR method in comparison with outranking methods. **European Journal of Operational Research**, **178**:514-529.
22. Ömürbek, N., Karaatlı, M., Yetim, T., 2014. Analitik hiyerarşi sürecine dayalı TOPSIS ve VIKOR yöntemleri ile ADIM üniversitelerinin değerlendirilmesi. **Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Dr. Mehmet YILDIZ Özel Sayısı**: 189-207.
23. www.tdk.gov.tr, (Erişim tarihi: Nisan 2019)
24. Keskenler, M. F., Keskenler, E. F., 2017. Bulanık mantığın tarihi gelişimi. **Takvim-i Vekayi**, **5**(1):1-10.
25. Zadeh, L. A., 1965. Fuzzy sets. **Information and Control**, **8**:338-353.
26. Zadeh, L. A., 1988. Fuzzy logic. **Computer**, **21**(4):83-93.
27. Ross, T. J., 2004. Fuzzy Logic with Engineering Applications. John Wiley & Sons, University of New Mexico, USA, 628 pp.

28. Singh, H., Gupta, M. M., Meitzler, T., Hou, Z. -G., Garg, K. K., Solo, A. M. G., Zadeh L. A., 2013. Real-life applications of fuzzy logic. **Hindawi Publishing Corporation Advances in Fuzzy Systems**, Article ID 581879, 3 pages.
29. Kahraman, C., Öztayşi, B., Onar, S. Ç., 2016. A comprehensive literature review of 50 years of fuzzy set theory. **International Journal of Computational Intelligence Systems**, 9(sup.1):3-24.
30. Gupta, P., 2017. Applications of fuzzy logic in daily life. **International Journal of Advanced Research in Computer Science**, 8(5):1795-1800.
31. Stefanini, L., Sorini, L., Guerra, M. L., 2008. Chapter 12 fuzzy numbers and fuzzy arithmetic, pp.249-283. *In: Handbook of Granular Computing* (Eds: W. Pedryez, A. Skowron, V. Kreinovich). John Wiley and Sons, New York.
32. Gan, A. N., 2012. A new operation on triangular fuzzy number for solving fuzzy linear programming problem. **Applied Mathematical Sciences**, 6(11): 525 – 532.
33. Jang, J. -S. R., Sun, C. -T, Mizutani, E., 1997. *Neuro-Fuzzy and Soft Computing: a Computational Approach to Learning and Machine Intelligence*. Prentice Hall, 614 pp.
34. Dinagar, D. S., Kamalanathan, S., 2017. Sub interval addition method for ranking of fuzzy numbers. **International Journal of Pure and Applied Mathematics**, 115(6):159-169.
35. Lee, H. -Y., Park, H. -J., Kim, H. -M., 2014. A clarification of the cauchy distribution. **Communications for Statistical Applications and Methods**, 21(2):183-191.
36. Goguen, J., 1967. L-fuzzy sets. **Journal of Mathematical Analysis and Applications**, 18:145-174.
37. Järvinen, J., 2007. Set operations for L-fuzzy sets. *In: Rough Sets and Intelligent Systems Paradigms. Rough Sets and Intelligent Systems Paradigms, International Conference, RSEISP 2007* (Eds: M., Kryszkiewicz, J.F., Peters, H., Rybinski, A., Skowron), *Lecture Notes in Computer Science*, vol 4585. Springer, Berlin, Heidelberg.
38. Zadeh, L. A., 1975. The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning-1. **Information Sciences**, 8:199-249.
39. Mizumoto, M., Tanaka, K., 1976. Some properties of fuzzy sets of type 2. **Information and Control**, 31(4):312–340.

40. Grattan-Guinness, I., 1976. Fuzzy membership mapped onto intervals and many-valued quantities. **Zeitschrift Für Mathematische Logik Und Grundlagen Der Mathematik**, 22(1): 149–160.
41. Sola, H. B., Fernandez, J., Hagra, H., Herrera, F., Pagola, M., Barrenechea, E., 2015. Interval type-2 fuzzy sets are generalization of interval-valued fuzzy sets: toward a wider view on their relationship. **Institute of Electrical and Electronics Engineers Transactions On Fuzzy Systems**, 23(5): 1876-1882.
42. Atanassov, K. T., 1986. Intuitionistic fuzzy sets. **Fuzzy Sets and Systems**, 20: 87–96.
43. Wang, G., He, Y., 2000. Intuitionistic fuzzy sets and L-fuzzy sets. **Fuzzy Sets and Systems**, 110: 271–274.
44. Yager, R. R., 1986. On the theory of bags. **International Journal of General Systems**, 13: 23-37.
45. Miyamoto, S., 2001. Fuzzy multisets and their generalizations, 225–235. In: Multiset Processing (Eds: C.S., Calude, G., Păun, G., Rozenberg, A., Salomaa A.): WMC 2000, Lecture Notes in Computer Science, vol 2235. Springer, Berlin, Heidelberg.
46. Atanassov, K. T., Gargov, G., 1989. Interval valued intuitionistic fuzzy sets. **Fuzzy Sets and Systems**, 31:343-349.
47. Karnik, N. N., Mendel, J. M., Liang, Q., 1999. Type-2 fuzzy logic systems. **Institute of Electrical and Electronics Engineers Transactions on Fuzzy Systems**, 7(6): 643–658.
48. Mendel, J. M., John, R. I., Liu, F., 2006. Interval Type-2 fuzzy logic systems made simple. **Institute of Electrical and Electronics Engineers Transactions on Fuzzy Systems**, 14(6): 808–821.
49. Ramot, D., Milo, R., Friedman, M., Kandel, A., 2002. Complex fuzzy sets. **Institute of Electrical and Electronics Engineers Transactions on Fuzzy Systems**, 10: 171–186.
50. Dick, S., 2005. Toward complex fuzzy logic. **Institute of Electrical and Electronics Engineers Transactions on Fuzzy Systems**, 13(3): 405–414.
51. Smarandache, F., 2005. Neutrosophic set-a generalization of the intuitionistic fuzzy set. **International Journal of Pure and Applied Mathematics**, 24(3):287-297.

52. Wang, H., Smarandache, F., Zhang, Y. Q., Sunderraman, R., 2005. Interval Neutrosophic Sets and Logic: Theory and Applications in Computing. Hexis, Phoenix.
53. Wang, H., Smarandache, F., Zhang, Y. Q., Sunderraman, R., 2012. Single valued neutrosophic sets. **Technical Sciences and Applied Mathematics**, 10-14.
54. Garibaldi, J. M., Jaroszewski, M., Musikasuwan, S., 2008. Nonstationary fuzzy sets. **Institute of Electrical and Electronics Engineers Transactions on Fuzzy Systems**, **16**: 1072-1086.
55. Torra, V., 2010. Hesitant fuzzy sets. **International Journal of Intelligent Systems**, **25**: 529-539.
56. Zhu, B, Xu, Z. S., Xia, M. M., 2012. Dual hesitant fuzzy sets. **Journal of Applied Mathematics**, Article ID 879629, 13 pages.
57. Chen, N., Xu, Z. S., Xia, M. M., 2013. Interval-valued hesitant preference relations and their applications to group decision making. **Knowledge-Based Systems**, **37**(1):528–540.
58. Rodriguez, R. M., Martinez, L., Torra, V., Xu, Z. S., Herrera, F., 2014. Hesitant fuzzy sets: state of the art and future directions. **International Journal of Intelligent Systems**, **29**: 495–524.
59. Qian, G, Wang, H, Feng, X., 2013. Generalized hesitant fuzzy sets and their application in decision support system. **Knowledge-Based Systems**, **37**(1):357–365.
60. Yu, D., 2013. Triangular hesitant fuzzy set and its application to teaching quality evaluation. **Journal of Information and Computing Science**, **10**(7):1925–1934.
61. Cuong, B. C., Kreinovich, V., 2013. Picture fuzzy sets- a new concept for computational intelligence problems, pp. 1-6. Proceedings of the Third World Congress on Information and Communication Technologies WICT'2013, Hanoi, Vietnam.
62. Peng, J., Wang, J., Wang, J., Zhang, H., Chen, X., 2016. Simplified neutrosophic sets and their applications in multi-criteria group decision-making problems. **International Journal of Systems Science**, **47**(10): 2342–2358.
63. Ye, J., 2014. A multicriteria decision-making method using aggregation operators for simplified neutrosophic sets. **Journal of Intelligent and fuzzy Systems**, **26**(5): 2459–2466.

64. Chen, C. -T., 2000. Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. **Fuzzy Sets and Systems**, **114**:1–9.
65. Saghaian, S., Hejazi, S. R., 2005. Multi-criteria group decision making using a modified fuzzy TOPSIS procedure. Proceedings of the 2005 International Conference on Computational Intelligence for Modelling, Control and Automation, and International Conference on Intelligent Agents, Web Technologies and Internet Commerce (CIMCA-IAWTIC'05).
66. Zhou, X., Lu, M., 2012. Risk evaluation of dynamic alliance based on fuzzy analytic network process and fuzzy TOPSIS. **Journal of Service Science and Management**, **5**:230-240.
67. Fedrizzi, M., Molinari, A., 2013. A multi-expert fuzzy TOPSIS-based model for the evaluation of e-learning paths. 8th Conference of the European Society for Fuzzy Logic and Technology (EUSFLAT 2013).
68. Sakib, N., 2014. Identifying optimum supply unit using an integrated fuzzy TOPSIS and MCGP approach in apparel industry sector. **Industrial Engineering & Management**, **3**(5):143.
69. Latpate, R. V., 2015. Fuzzy modified TOPSIS for supplier selection problem in supply chain management. **International Journal of Innovative Research in Computer Science & Technology**, **3**(4):22-28.
70. Qu, J., Meng, X., Yu, H., You, H., 2016. A triangular fuzzy TOPSIS-based approach for the application of water technologies in different emergency water supply scenarios. **Environmental Science and Pollution Research International**, **23**:17277–17286.
71. Basahel, A., Taylan, O., 2016. Using fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS approaches for assessing safety conditions at worksites in construction industry. **International Journal of Safety and Security Engineering**, **6**(4):728–745.
72. Wang, H., Lu, X., Du, Y., Zhang, C., Sadiq, R., Deng, Y., 2017. Fault tree analysis based on TOPSIS and triangular fuzzy number. **International Journal of System Assurance Engineering and Management**, **8**(Suppl.4): 2064–2070.
73. Chu T. -C., 2002. Facility location selection using fuzzy TOPSIS under group decisions. **International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems**, **10**(6): 687-701.

74. Çınar, N. T., 2010. Kuruluş Yeri Seçiminde Bulanık TOPSIS Yöntemi ve Bankacılık Sektöründe Bir Uygulama. **Kararmanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi**, 12(18): 37-45.
75. Tekez, E. K., Bark, N., 2016. Mobilya sektöründe bulanık TOPSIS yöntemi ile tedarikçi seçimi. **Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**, 20(1): 55-63.
76. Kargı, V., S., A., 2016. Supplier selection for a textile company using the fuzzy TOPSIS method. **Manisa Celal Bayar Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Yönetim ve Ekonomi**, 23(3): 789-803.
77. Başkaya, Z., Öztürk, B. A., 2012. Tedarikçi değerlendirme probleminde bulanık TOPSIS algoritması ile grup karar verme ve karar vericilerin bireysel kararları arasındaki ilişkiler. **Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, 31(1): 153-178.
78. Ecer, F., 2007. Satış elemanı adaylarının değerlendirilmesine ve seçimine yönelik yeni bir yaklaşım: fuzzy TOPSIS. **Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, 7(2):187-204.
79. Başkaya, Z., Öztürk, B., 2011. Bulanık TOPSIS ile Satış Elemanı Adaylarının Değerlendirilmesi. **Business and Economics Research Journal**, 2(2):77-100.
80. Akın, N., G., 2016. Personel seçiminde çok kriterli karar verme: bulanık TOPSIS uygulaması. **Journal Of Business Research Turk İşletme Araştırmaları Dergisi**, 8(2):224-254.
81. Krohling, R. A., Campanharo, V. C., 2011. Fuzzy TOPSIS for group decision making: A case study for accidents with oil spill in the sea. **Expert Systems with Applications**, 8: 4190–4197.
82. Karimi, M., Moztaazadeh, F., Pakzad, A., Beynaghi, A., Mozafari, M., 2012. Application of fuzzy TOPSIS for group decision making in evaluating financial risk management. International Conference on Innovation, Management and Technology Research (ICIMTR2012), 21-22 May, 2012, Malacca, Malaysia.
83. Hatami-Marbini, A., Kangi, F., 2017. An extension of fuzzy TOPSIS for a group decision making with an application to Tehran stock exchange. **Applied Soft Computing**, 52: 1084–1097.
84. Robinson, J. P., Amirtharaj, H. E. C., 2013. Extended TOPSIS with correlation coefficient of triangular intuitionistic fuzzy sets for multiple attribute group

- decision making. **International Journal of Decision Support System Technology**, 3(3):15–41.
85. Gautam, S. S., Singh, A., Singh, S. R., 2016. TOPSIS for multi criteria decision making in intuitionistic fuzzy environment. **International Journal of Computer Applications**, 156(8):42-49.
 86. Boran, F. E., Genç, S., Kurt, M., Akay, D., 2009. A multi-criteria intuitionistic fuzzy group decision making for supplier selection with TOPSIS method. **Expert Systems with Applications**, 36(8): 11363-11368.
 87. Maldonado-Macías, A., Alvarado, A., García, J. L., Balderrama, C. O., 2014. Intuitionistic fuzzy TOPSIS for ergonomic compatibility evaluation of advanced manufacturing technology. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, 70(9–12): 2283–2292.
 88. Sachdeva, N., Singh, O., Kapur, P. K., Galar, D., 2016. Multi-criteria intuitionistic fuzzy group decision analysis with TOPSIS method for selecting appropriate cloud solution to manage big data projects. **International Journal of System Assurance Engineering and Management**, 7(3): 316–324.
 89. Büyüközkan, G., Güler, S., 2016. Multi criteria group decision making approach for smart phone selection using intuitionistic fuzzy TOPSIS. **International Journal of Computational Intelligence Systems**, 9(4):709-725.
 90. Prakash, S., Patel, R.B., Jain, V.K., 2016. A multi-attribute intuitionistic fuzzy group decision method for network selection in heterogeneous wireless networks using TOPSIS. **Korea Society of Internet Information Transactions on Internet and Information Systems**, 10 (11):5229-5251.
 91. Zulqarnain, M., Dayan, F., 2017. Selection of best alternative for an automotive company by intuitionistic fuzzy TOPSIS method. **International Journal of Scientific & Technology Research**, 6(10).
 92. Bulgurcu, B., 2018. An intuitionistic fuzzy group decision-making to measure the performance of green supply chain management with TOPSIS Method. *In: Multi-criteria Methods and Techniques Applied to Supply Chain Management* (Ed: V. A. P., Salomon). IntechOpen.
 93. Solanki, R., Gulati, G., Tiwari, A., Lohani, Q. M. D., 2016. A correlation based intuitionistic fuzzy TOPSIS method on supplier selection problem. Institute of

Electrical and Electronics Engineers International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE)

94. Zeng, S., Xiao, Y., 2016. TOPSIS method for intuitionistic fuzzy multiple-criteria decision making and its application to investment selection. **Kybernetes**, **45**(2): 282-296.
95. Yang, W., Chen, Z., Zhang, F., 2017. New group decision making method in intuitionistic fuzzy setting based on TOPSIS. **Technological and Economic Development of Economy**, **23**(3): 441-461.
96. Abdel-Basset, M., Saleh, M., Gamal, A., Smarandache, F., 2019. An approach of TOPSIS technique for developing supplier selection with group decision making under type-2 neutrosophic number. **Applied Soft Computing Journal**, **77**: 438-452.
97. Şahin, R., Yiğider M., 2016. A Multi-criteria neutrosophic group decision making metod based TOPSIS for supplier selection. **Applied Mathematics & Information Sciences**, **10**(5): 1843-1852.
98. Pramanik, S., Banerjee, D., Giri, B. C., 2016. TOPSIS approach for multi attribute group decision making in refined neutrosophic environment, pp.79-91. *In: New Trends in Neutrosophic Theory and Applications* (Eds: F. Smarandache, S. Pramanik), Publisher: Pons asbl, Brussels.
99. Biswas, P., Pramanik, S., Giri, B. C., 2019. Neutrosophic TOPSIS with group decision making, pp. 543-585. *In: Fuzzy Multi-criteria Decision-Making Using Neutrosophic Sets* (Eds: C., Kahraman, İ., Otay). Springer, Cham.
100. Nabeeh, N. A., Smarandache, F., Abdel- Basset, M., El- Ghareeb, H. A., Aboelfetouh, A., 2019. An integrated neutrosophic- TOPSIS approach and its application to personnel selection: a new trend in brain processing and analysis. **Institute of Electrical and Electronics Engineers Accees**, **7**: 29734-29744.
101. Thảo, N. X., 2018. A picture fuzzy TOPSIS method for supplier selection.
102. Zeng, S., Qiyas, M., Arif, M., Mahmood, T., 2019. Extended version of linguistic picture fuzzy TOPSIS method and its applications in enterprise resource planning systems. **Mathematical Problems in Engineering**, 1-8.
103. Sanayei, A., Mousavi, S. F., Yazdankhah, A., 2010. Group decision making process for supplier selection with VIKOR under fuzzy environment. **Expert Systems with Applications**, **37**:24-30.

104. Alguliyev, R. M., Alguliyev, R. M., Mahmudova, R. S., 2015. Multicriteria personnel selection by the modified fuzzy VIKOR method. **Hindawi Publishing Corporation The Scientific World Journal**, Article ID 612767, 16 pages.
105. Mahmoudi, A., Sadi-Nezhad, S., Makui, A., 2015. An extended fuzzy VIKOR for group decision-making based on fuzzy distance to supplier selection. **Sharif University of Technology Scientia Iranica Transactions E: Industrial Engineering**, 23(4):1879-1892.
106. Wu, Z., Ahmad, J., Xu, J., 2016. A group decision making framework based on fuzzy VIKOR approach for machine tool selection with linguistic information. **Applied Soft Computing**, 42:314–324.
107. Çelikkilek, Y., 2018. Group decision making for hospital location selection using VIKOR under fuzzy environment. **İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi**, 5: 435-450.
108. Akyüz, G., 2012. Bulanık VIKOR Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi. **Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi**, 26(1):197-215.
109. Samantra, C., Datta, S., Mahapatra, S. S., 2012. Application of fuzzy based VIKOR approach for multi-attribute group decision making (MAGDM): a case study in supplier selection. **Decision Making in Manufacturing and Services**, 6 (1): 25–39.
110. Yıldız, A., 2014. Bulanık VIKOR Yöntemini Kullanarak Proje Seçim Sürecinin İncelenmesi. **Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, 14(1): 115-127.
111. Türkmen, M. A., Bildik, T., 2015. Şehirlerarası yolcu taşımacılığında bulanık VIKOR uygulaması. **Manas Sosyal Araştırmalar Dergisi**, 4 (2):1-15.
112. Yıldırım, B. F., Kuzu, S., Özdemir, M., 2016. Bulanık VIKOR Yaklaşımı ile Mobil İşletim Sistemlerinin Değerlendirilmesi. **Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi**, 18(1): 79-95.
113. Lee, G., Jun, K. S., Chung, E. -S., 2015. Group decision-making approach for flood vulnerability identification using the fuzzy VIKOR method. **Natural Hazards and Earth System Sciences**, 15:863-874.
114. Ahmad, J., Xu, J., Nazam, M., Javed, M. K., 2015. A fuzzy linguistic VIKOR multiple criteria group decision making method for supplier selection. **International Journal of Sciences: Basic and Applied Research**, 19(1): 1-16.

115. Gök Kısa, A. C., Perçin, S., 2017. Bütünleşik Bulanık DEMATEL-Bulanık VIKOR Yaklaşımının Makine Seçimi Problemine Uygulanması. **Journal of Yasar University**, **12**(48): 249-256.
116. Belošević, I., Kosijer, M., Ivić, M., Pavlović, N., 2018. Group decision making process for early stage evaluations of infrastructure projects using extended VIKOR method under fuzzy environment. **European Transport Research Review**, **10** (Article number: 43), 14 pages.
117. Wan, S. -P., Wang, Q. -Y., Dong, J. -Y., 2013. The extended VIKOR method for multi-attribute group decision making with triangular intuitionistic fuzzy numbers. **Knowledge-Based Systems**, **52**:65-77.
118. Roostaei, R., Izadikhah, M., Lotfi, F. H., Rostamy- Malkhalifeh, M. (2012). A multi-criteria intuitionistic fuzzy group decision making method for supplier selection with VIKOR method. **International Journal of Fuzzy System Applications**, **2**(1): 1–17.
119. Mousavi, S. M., Vahdani, B., Behzadi, S. S., 2016. Designing a model of intuitionistic fuzzy VIKOR in multi-attribute group decision-making problems. **Iranian Journal of Fuzzy Systems**, **13**(1): 45-65.
120. Gupta, P., Mehlawat, M. K., Grover, N., 2016. Intuitionistic fuzzy multi-attribute group decision-making with an application to plant location selection based on a new extended VIKOR method. **Information Sciences**, **370–371**:184-203.
121. Luo, X., Wang, X., 2017. Extended VIKOR Method for Intuitionistic Fuzzy Multiattribute Decision-Making Based on a New Distance Measure. **Mathematical Problems in Engineering**, Article ID 4072486, 16 pages.
122. Wang, J., Wei, G., Lu, M., 2018. An extended VIKOR method for multiple criteria group decision making with triangular fuzzy neutrosophic numbers. **Symmetry**, **10**(10), 15 pages.
123. Abu- Faty, H. G., El- Hefnawy, N. A., Kafafy, A., 2019. Calculation of the unknown criteria weights under the neutrosophic TOPSIS and the neutrosophic VIKOR MCGDM problems. **International Journal of Scientific & Engineering Research**, **10**(4):1125-1132.

124. Meksavang, P., Shi, H., Lin, S. -M., Liu H. -C., 2019. An extended picture fuzzy VIKOR approach for sustainable supplier management and its application in the beef industry. **Symmetry**, **11**(4), 19 pages.
125. Wang, L., Zhang, H. -Y., Wang, J., Li, L., 2017. Picture fuzzy normalized projection-based VIKOR method for the risk evaluation of construction project. **Applied Soft Computing**, **64**: 216-226.
126. Raj Mishra, A., Rani, P., Jain, D., 2017. Information measures based topsis method for multicriteria decision making problem in intuitionistic fuzzy environment. **Iranian Journal of Fuzzy Systems**, **14** (6): 41-63.
127. Xu, Z., 2007. Intuitionistic fuzzy aggregation operators. **Institute of Electrical and Electronics Engineers Transactions on Fuzzy Systems**, **15**(6):1179-1187.
128. Xu, Z., Yager, R. R., 2006. Some geometric aggregation operators based on intuitionistic fuzzy sets. **International Journal of General Systems**, **35**(4):417-433.
129. Szmidt, E., Kacprzyk, J., 2000. Distances between intuitionistic fuzzy sets. **Fuzzy Sets and Systems**, **114**:505–518.
130. Simo, U. F., Gwét, H., 2018. Fuzzy triangular aggregation operators. **Hindawi International Journal of Mathematics and Mathematical Sciences**, Article ID 9209524, 13 pages.
131. Amiri-Aref, M., Javadian, N., Kazemi, M., 2012. A new fuzzy positive and negative ideal solution for fuzzy TOPSIS. **World Scientific and Engineering Academy and Society Transactions on Circuits and Systems**, **11**(3):92-103.
132. Mohammadi, A., Mohammadi, A., Aryaeefar, H., 2011. Introducing a new method to expand TOPSIS decision making model to fuzzy TOPSIS. **The Journal of Mathematics and Computer Science**, **2**(1):150-159.
133. Qin, Q., Liang, F., Li, L., Chen, Y. -W., Yu, G. -F., 2017. A TODIM-based multi-criteria group decision making with triangular intuitionistic fuzzy numbers. **Applied Soft Computing Journal**, **55**:93-107.
134. Wang, C., Wang, J., 2016. A multi-criteria decision-making method based on triangular intuitionistic fuzzy preference information. **Intelligent Automation & Soft Computing**, **22**(3):473–482.
135. Atanassov, K. T., 2012. On Intuitionistic Fuzzy Sets Theory. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 323 pp.

136. Aikhuele, D. O., Odofin S., 2017. A Generalized triangular intuitionistic fuzzy geometric averaging operator for decision-making in engineering and management. **Information**, **8**(3), (Article number: 78), 17 pages.
137. Li, D., 2010. A ratio ranking method of triangular intuitionistic fuzzy numbers and its application to MADM problems. **Computers and Mathematics with Applications**, **60**: 1557–1570.
138. Şubaş, Y., 2015. Neutrosophic Sayılar ve Onların Çok Kriterli Karar Verme Problemlerine Uygulamaları. Kilis 7 Aralık Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Kilis, 98 s.
139. Wan, S., Wang, F., Lin, L., Dong, J., 2016. Some new generalized aggregation operators for triangular intuitionistic fuzzy numbers and application to multi-attribute group decision making. **Computers & Industrial Engineering**, **93**: 286–301.
140. Liang, C., Zhao, S., Zhang, J., 2014. Aggregation operators on triangular intuitionistic fuzzy numbers and its application to multi-criteria decision making problems. **Foundations of Computing and Decision Sciences**, **39**(3):189–208.
141. Pramila, K., Uthra, G., 2016. Application of triangular intuitionistic fuzzy number in fuzzy MCDM. **International Journal of Pure and Applied Mathematics**, **109**(6): 27–34.
142. Wang, H., Smarandache, F., Zhang, Y. Q., Sunderraman R., 2010. Single valued neutrosophic sets. **Multispace and Multistructure**, **4**: 410–413.
143. Biswas, P., Pramanik, S., Giri, B. C., 2016. Some distance measures of single valued neutrosophic hesitant fuzzy sets and their applications to multiple attribute decision making, pp.27–34. *In: New Trends in Neutrosophic Theory and Applications* (Eds: F., Smarandache, S., Pramanik). Pons asbl, Brussels.
144. Şahin, M., Kargın, A., Smarandache, F., 2018. Generalized single valued triangular neutrosophic numbers and aggregation operators for application to multi-attribute group decision making. **New Trends in Neutrosophic Theory and Applications**, **2**: 51– 84.
145. Son, L. H., 2017. Measuring analogousness in picture fuzzy sets: from picture distance measures to picture association measures. **Fuzzy Optimization Decision Making**, **16**: 359–378.

146. Wang, C., Zhou, X., Tu, H., Tao, S., 2017. Some geometric aggregation operators based on picture fuzzy sets and their application in multiple attribute decision making. **Italian Journal of Pure And Applied Mathematics**, 37: 477–492.
147. Wang, R., Li, Y., 2018. Picture hesitant fuzzy set and its application to multiple criteria decision-making. **Symmetry**, 10(7): (Article number: 295), 29 pages.
148. Garg, H., 2017. Some picture fuzzy aggregation operators and their applications to multicriteria decision-making. **Arabian Journal for Science and Engineering**, 42: 5275- 5290.
149. Thong, P. H., Son, L. H., 2014. A new approach to multi-variable fuzzy forecasting using picture fuzzy clustering and picture fuzzy rule interpolation method, 679-690. In: *Advances in Intelligent Systems and Computing*, (Eds: V. H., Nguyen, A. C., Le, V. N., Huynh) Knowledge and Systems Engineering, Proceedings of the Sixth International Conference KSE 2014. Springer, Cham.
150. Li, D. -F., 2008. A note on “using intuitionistic fuzzy sets for fault-tree analysis on printed circuit board assembly”. **Microelectronics Reliability**, 48(10):1741.
151. Gandotra, N., 2013. Reliability Properties Of Residual Life Time, Inactivity Time An Decision Making In Intuitionistic Fuzzy Environment. Jaypee University of Information Technology, Doctoral Thesis, Wagnaghat, H.P., India, 119 pp.
152. Abdullah, L., Ismail W. K. W., 2012. Hamming distance in intuitionistic fuzzy sets and interval-valued intuitionistic fuzzy sets: a comparative analysis. **Advances in Computational Mathematics and its Applications**, 1(1):7-11.
153. Alfares, H. K., Duffuaa, S. O., 2008. Determining aggregate criteria weights from criteria rankings by a group of decision makers. **International Journal of Information Technology & Decision Making**, 7(4): 1-3.
154. Özdağoğlu, A., 2013. Çok ölçütlü karar verme modellerinde normalizasyon tekniklerinin sonuçlara etkisi: COPRAS örneği. **Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, 8(2): 229- 252.
155. Dinh, N. V., Thao, N. X., Chau, N. M., 2017. Distance and dissimilarity measure of picture fuzzy sets, pp. 104–109. Kỷ yếu Hội nghị Quốc gia lần thứ X về Nghiên cứu cơ bản và ứng dụng Công nghệ thông tin (FAIR) in Conference FAIR10, September 2017.

156. Tlig, H., Rebai, A., 2017. A TOPSIS method based on intuitionistic fuzzy values: a case study of North African airports. **Management Science Letters**, 7: 351–358.
157. Wan, S. -P., Xu, J., 2017. A method for multi-attribute group decision-making with triangular intuitionistic fuzzy numbers application to trustworthy service selection. **Scientia Iranica, Transactions E: Industrial Engineering**, 24:794-807.
158. Efe, B., Kurt, M., Efe, Ö. F., 2017. An integrated intuitionistic fuzzy set and mathematical programming approach for an occupational health and safety policy. **Gazi University Journal of Science**, 30(2): 73-95.
159. Opricovic, S., Tzeng, G. -H., 2004. Compromise solution by MCDM methods: a comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. **European Journal of Operational Research**, 156: 445–455.

EKLER

EK 1. D_1 'in BK Uzantılarıyla Karar MatrisleriEk 1.1. D_1 'in SBS ile oluşturulan karar matrisi $X_5^{(1)}$

Alternatifler	Kriterler													
	Lezzet		Fiyat		Konum		Konfor		Hizmet		Ürün Çeşitliliği		Hijyen/ Temiz.	
	μ	ν	μ	ν	μ	ν	μ	ν	μ	ν	μ	ν	μ	ν
B. K.	0,3902	0,0244	0,3659	0,1098	0,5976	0,0244	0,4634	0,0244	0,4634	0	0,4878	0	0,4268	0,0122
C. K.	0,2317	0,0366	0,2927	0,0488	0,3049	0,0976	0,3049	0,0244	0,3537	0,0244	0,3415	0	0,3049	0
H. K.	0,2927	0,0732	0,2805	0,0854	0,3049	0,0976	0,2805	0,061	0,3293	0,061	0,3293	0,0366	0,2927	0,061
S. K.	0,4878	0,0122	0,3171	0,0854	0,5122	0,0244	0,5	0,0122	0,4512	0,0366	0,4146	0,0244	0,4756	0,0122
S. D.	0,5732	0,0244	0,3293	0,0854	0,4878	0,0732	0,5244	0,0366	0,4878	0,0244	0,4878	0,0488	0,4634	0,0366
Ş. H. M.	0,3415	0,0366	0,2561	0,0976	0,3049	0,0732	0,3171	0,0122	0,4268	0,0244	0,4146	0,0366	0,4146	0,0244
G. K.	0,3171	0,0488	0,2439	0,0732	0,3415	0,0854	0,3659	0,0854	0,3293	0,061	0,2561	0,0366	0,3171	0,061
B. A.	0,2073	0,0488	0,2317	0,061	0,2439	0,0732	0,2927	0,061	0,3537	0,0122	0,2683	0,0732	0,2927	0,0366
E. K.	0,2073	0,061	0,2805	0,0854	0,3659	0,061	0,2683	0,0854	0,2439	0,0366	0,2927	0,061	0,2927	0,0366

Ek 1.2. D_1 'in NS ile oluşturulan karar matrisi $X_N^{(1)}$

Alternatifler		Kriterler																			
		Lezzet			Fiyat			Konum			Konfor			Hizmet			Ürün Çeşitliliği			Hijyen/Temiz.	
T	I	F	T	I	F	T	I	F	T	I	F	T	I	F	T	I	F	T	I	F	
B. K.	0,39	0,45	0,05	0,38	0,45	0,11	0,61	0,29	0,04	0,46	0,39	0,02	0,46	0,39	0,01	0,51	0,39	0	0,43	0,39	0,02
C. K.	0,23	0,38	0,05	0,29	0,37	0,07	0,32	0,38	0,1	0,3	0,37	0,02	0,35	0,37	0,02	0,34	0,35	0	0,3	0,37	0,01
H. K.	0,29	0,5	0,09	0,28	0,5	0,1	0,32	0,5	0,1	0,28	0,52	0,06	0,34	0,46	0,06	0,33	0,54	0,04	0,29	0,49	0,07
S. K.	0,54	0,3	0,05	0,33	0,49	0,11	0,54	0,39	0,04	0,51	0,34	0,02	0,45	0,4	0,05	0,43	0,43	0,04	0,49	0,34	0,02
S. D.	0,6	0,32	0,05	0,34	0,52	0,11	0,51	0,41	0,09	0,52	0,37	0,06	0,49	0,41	0,05	0,5	0,4	0,05	0,48	0,35	0,05
Ş. H. M.	0,35	0,37	0,06	0,27	0,45	0,12	0,33	0,37	0,07	0,32	0,39	0,02	0,43	0,3	0,04	0,41	0,37	0,04	0,41	0,29	0,05
G. K.	0,34	0,41	0,06	0,27	0,48	0,07	0,35	0,35	0,1	0,37	0,3	0,11	0,33	0,37	0,07	0,26	0,46	0,05	0,32	0,34	0,09
B. A.	0,22	0,35	0,05	0,23	0,41	0,07	0,24	0,38	0,07	0,29	0,32	0,06	0,35	0,33	0,05	0,28	0,38	0,09	0,29	0,35	0,04
E. K.	0,24	0,44	0,06	0,29	0,44	0,09	0,37	0,38	0,07	0,27	0,45	0,11	0,24	0,5	0,07	0,29	0,44	0,1	0,29	0,45	0,05

Ek 1.3. D_1 'in TBS ile oluşturulan karar matrisi $X_T^{(1)}$

Alternatİfler	Kriterler																																									
	Lezzet						Fiyat						Konum						Konfor						Hizmet						Ürün Çeşitliliği						Hijyen/ Temiz.					
	μ	η	ν	μ	η	ν	μ	η	ν	μ	η	ν	μ	η	ν	μ	η	ν	μ	η	ν	μ	η	ν	μ	η	ν	μ	η	ν												
B. K.	0,39	0,39	0,02	0,37	0,38	0,11	0,6	0,26	0,02	0,46	0,34	0,02	0,46	0,35	0	0,49	0,34	0	0,43	0,37	0,01																					
C. K.	0,23	0,35	0,04	0,29	0,34	0,05	0,3	0,35	0,1	0,3	0,34	0,02	0,35	0,33	0,02	0,34	0,34	0	0,3	0,35	0																					
H. K.	0,29	0,44	0,07	0,28	0,46	0,09	0,3	0,46	0,1	0,28	0,49	0,06	0,33	0,44	0,06	0,33	0,49	0,04	0,29	0,46	0,06																					
S. K.	0,49	0,28	0,01	0,32	0,4	0,09	0,51	0,34	0,02	0,5	0,39	0,01	0,45	0,35	0,04	0,41	0,39	0,02	0,48	0,32	0,01																					
S. D.	0,57	0,29	0,02	0,33	0,46	0,09	0,49	0,35	0,07	0,52	0,35	0,04	0,49	0,39	0,02	0,49	0,35	0,05	0,46	0,35	0,04																					
Ş. H. M.	0,34	0,3	0,04	0,26	0,4	0,1	0,3	0,34	0,07	0,32	0,28	0,01	0,43	0,27	0,02	0,41	0,28	0,04	0,41	0,27	0,02																					
G. K.	0,32	0,34	0,05	0,24	0,43	0,07	0,34	0,34	0,09	0,37	0,43	0,09	0,33	0,34	0,06	0,26	0,43	0,04	0,32	0,34	0,06																					
B. A.	0,21	0,34	0,05	0,23	0,37	0,06	0,24	0,35	0,07	0,29	0,37	0,06	0,35	0,3	0,01	0,27	0,37	0,07	0,29	0,35	0,04																					
E. K.	0,21	0,41	0,06	0,28	0,4	0,09	0,37	0,37	0,06	0,27	0,4	0,09	0,24	0,48	0,04	0,29	0,4	0,06	0,29	0,43	0,04																					

EK 2. D_2 'nin BK Uzantılarıyla Karar Matrisleri

Ek 2.1. D_2 'nin SBS ile oluşturulan karar matrisi $X_S^{(2)}$

Alternatifler	Kriterler															
	Lezzet				Fiyat				Konum				Konfor			
	μ	ν	μ	ν	μ	ν	μ	ν	μ	ν	μ	ν	μ	ν	μ	ν
B. K.	0,5306	0,0204	0,2449	0,1429	0,6939	0,0204	0,5714	0,1224	0,5714	0,0204	0,5102	0,0816	0,5714	0,0612	0,5714	0,0612
C. K.	0,3061	0	0,1837	0,0612	0,2857	0,0204	0,3265	0,0612	0,3673	0,0204	0,3265	0,0204	0,3265	0,0204	0,3265	0,0612
H. K.	0,3061	0,1429	0,2449	0,0408	0,4286	0,0816	0,3061	0,1429	0,3469	0,0408	0,3265	0,0408	0,3265	0,0408	0,3673	0,0816
S. K.	0,4898	0,0612	0,2041	0,2041	0,6327	0,0612	0,6122	0	0,4898	0,0816	0,5306	0,0204	0,6327	0,0204	0,6327	0,0204
S. D.	0,6531	0,0204	0,3061	0,1633	0,5918	0,0204	0,5918	0,0408	0,551	0,0408	0,6735	0	0,6327	0	0,6327	0
Ş. H. M.	0,3878	0	0,2653	0,0612	0,3878	0,0612	0,4082	0,0204	0,4898	0	0,449	0,0204	0,449	0,0204	0,4694	0
G. K.	0,3265	0,0612	0,2041	0,0204	0,3878	0,102	0,449	0,0612	0,4286	0,0612	0,2653	0,0612	0,2653	0,0612	0,3469	0,0612
B. A.	0,2041	0,0612	0,2041	0,0408	0,3265	0,0408	0,3265	0,0408	0,3061	0,0612	0,2245	0	0,2449	0,0204	0,2449	0,0204
E. K.	0,2653	0,0612	0,2041	0,0612	0,3265	0,102	0,2653	0,1224	0,3265	0,0816	0,2857	0,0408	0,3061	0,0816	0,3061	0,0816

Ek 2.2. D_2 'nin NS ile oluşturulan karar matrisi $X_N^{(2)}$

Alternatifler	Kriterler															
	Lezzet				Fiyat				Konum				Konfor			
	T	I	F	T	I	F	T	I	F	T	I	F	T	I	F	T
B. K.	0,63	0,41	0,06	0,31	0,59	0,16	0,8	0,24	0,04	0,63	0,29	0,14	0,67	0,31	0,04	0,55
C. K.	0,39	0,33	0,06	0,24	0,49	0,06	0,37	0,33	0,02	0,39	0,29	0,06	0,51	0,2	0,02	0,39
H. K.	0,41	0,37	0,16	0,29	0,61	0,04	0,49	0,45	0,08	0,35	0,47	0,14	0,45	0,41	0,04	0,39
S. K.	0,57	0,24	0,1	0,22	0,53	0,22	0,69	0,31	0,06	0,69	0,33	0	0,61	0,29	0,08	0,61
S. D.	0,76	0,37	0,04	0,33	0,65	0,16	0,67	0,47	0,02	0,65	0,43	0,04	0,63	0,39	0,04	0,78
Ş. H. M.	0,45	0,37	0,02	0,31	0,51	0,06	0,49	0,33	0,06	0,45	0,37	0,02	0,57	0,27	0	0,49
G. K.	0,37	0,61	0,06	0,24	0,67	0,04	0,43	0,49	0,1	0,51	0,41	0,06	0,49	0,51	0,06	0,31
B. A.	0,33	0,41	0,08	0,22	0,47	0,04	0,41	0,33	0,04	0,37	0,33	0,04	0,39	0,37	0,08	0,24
E. K.	0,33	0,37	0,12	0,24	0,55	0,06	0,41	0,39	0,1	0,31	0,39	0,14	0,39	0,43	0,08	0,35

Ek 2.3. D_2 'nin TBS ile oluşturulan karar matrisi $X_r^{(2)}$

Alternatifler	Kriterler																							
	Lezzet						Fiyat			Konum			Konfor			Hizmet			Ürün Çeşitliliği			Hijyen/ Temiz.		
	μ	η	ν	μ	η	ν	μ	η	ν	μ	η	ν	μ	η	ν	μ	η	ν	μ	η	ν	μ	η	ν
B. K.	0,53	0,33	0,02	0,24	0,49	0,14	0,69	0,18	0,02	0,57	0,27	0,12	0,57	0,27	0,02	0,51	0,27	0,08	0,57	0,24	0,06			
C. K.	0,31	0,24	0	0,18	0,37	0,06	0,29	0,27	0,02	0,33	0,22	0,06	0,37	0,16	0,02	0,33	0,22	0,02	0,33	0,2	0,06			
H. K.	0,31	0,35	0,14	0,24	0,49	0,04	0,43	0,33	0,08	0,31	0,41	0,14	0,35	0,35	0,04	0,33	0,41	0,04	0,37	0,35	0,08			
S. K.	0,49	0,22	0,06	0,2	0,37	0,2	0,63	0,22	0,06	0,61	0,22	0	0,49	0,2	0,08	0,53	0,22	0,02	0,63	0,16	0,02			
S. D.	0,65	0,29	0,02	0,31	0,49	0,16	0,59	0,37	0,02	0,59	0,22	0,04	0,55	0,33	0,04	0,67	0,22	0	0,63	0,31	0			
Ş. H. M.	0,39	0,29	0	0,27	0,37	0,06	0,39	0,29	0,06	0,41	0,2	0,02	0,49	0,16	0	0,45	0,2	0,02	0,47	0,2	0			
G. K.	0,33	0,47	0,06	0,2	0,57	0,02	0,39	0,43	0,1	0,45	0,45	0,06	0,43	0,33	0,06	0,27	0,45	0,06	0,35	0,37	0,06			
B. A.	0,2	0,35	0,06	0,2	0,33	0,04	0,33	0,24	0,04	0,33	0,29	0,04	0,31	0,24	0,06	0,22	0,29	0	0,24	0,33	0,02			
E. K.	0,27	0,31	0,06	0,2	0,41	0,06	0,33	0,31	0,1	0,27	0,29	0,12	0,33	0,29	0,08	0,29	0,29	0,04	0,31	0,29	0,08			

Ek 3. D_3 'ün BK Uzanlılarıyla Karar Matrisleri**Ek 3.1. D_3 'ün SBS ile oluşturulan karar matrisi $X_s^{(3)}$**

	Kriterler																		
	Lezzet			Fiyat			Konum			Konfor			Hizmet			Ürün Çeşitliliği		Hijyen/ Temiz.	
	μ	ν	μ	ν	μ	ν	μ	ν	μ	ν	μ	ν	μ	ν	μ	ν	μ	ν	
Alternatifler																			
B. K.	0,5	0,1667	0,3333	0,2778	0,5556	0	0,6111	0	0,5	0	0,4444	0	0,3333	0,1667					
C. K.	0,4444	0,0556	0,1667	0,2778	0,2778	0	0,3889	0	0,3889	0	0,3889	0	0,3333	0	0,4444	0,1667			
H. K.	0,5	0,0556	0,3333	0,2222	0,3889	0,0556	0,3889	0,1667	0,5	0	0,5	0	0,5	0	0,3333	0,1667			
S. K.	0,6111	0	0,2778	0,3333	0,4444	0,1111	0,3889	0,0556	0,4444	0	0,5	0	0,5556	0,2222					
S. D.	0,5556	0	0,3889	0,1111	0,5	0,1111	0,5556	0	0,4444	0	0,5	0,0556	0,5556	0,2222					
Ş. H. M.	0,3889	0	0,3889	0,1667	0,3889	0,1111	0,4444	0,0556	0,4444	0	0,2778	0	0,5	0,1111					
G. K.	0,5	0,1667	0,2778	0,1667	0,3889	0,2222	0,3333	0,1667	0,3333	0	0,2778	0	0,3889	0,2222					
B. A.	0,4444	0,1111	0,3333	0,2222	0,3333	0,0556	0,5	0,1667	0,3889	0	0,5	0	0,5	0,0556					
E. K.	0,3889	0	0,3889	0,1111	0,4444	0	0,3333	0,1111	0,5	0	0,4444	0	0,4444	0,1111					

Ek 3.2. D_3 'ün NS ile oluşturulan karar matrisi $X_N^{(3)}$

Alternatifler		Kriterler																			
		Lezzet			Fiyat			Konum			Konfor			Hizmet			Ürün Çeşitliliği			Hijyen/ Temiz.	
	T	I	F	T	I	F	T	I	F	T	I	F	T	I	F	T	I	F	T	I	F
B. K.	0,5	0,33	0,17	0,39	0,33	0,33	0,67	0,33	0,06	0,67	0,44	0,06	0,56	0,5	0	0,5	0,67	0	0,44	0,5	0,17
C. K.	0,56	0,44	0,17	0,22	0,44	0,33	0,39	0,5	0,06	0,44	0,61	0	0,44	0,61	0	0,44	0,67	0	0,56	0,33	0,17
H. K.	0,67	0,33	0,22	0,44	0,44	0,33	0,5	0,39	0,11	0,44	0,56	0,17	0,61	0,56	0	0,56	0,56	0,06	0,44	0,56	0,17
S. K.	0,72	0,44	0,06	0,33	0,28	0,33	0,5	0,5	0,11	0,5	0,56	0,06	0,5	0,5	0	0,56	0,56	0	0,72	0,28	0,22
S. D.	0,67	0,61	0,11	0,5	0,56	0,22	0,61	0,61	0,11	0,61	0,5	0	0,56	0,67	0	0,61	0,5	0,11	0,67	0,28	0,22
Ş. H. M.	0,56	0,61	0,06	0,56	0,44	0,28	0,5	0,56	0,17	0,61	0,5	0,17	0,56	0,67	0	0,39	0,78	0,06	0,67	0,39	0,11
G. K.	0,56	0,39	0,17	0,33	0,56	0,17	0,44	0,44	0,22	0,39	0,5	0,22	0,39	0,72	0	0,33	0,72	0,06	0,56	0,33	0,22
B. A.	0,56	0,61	0,11	0,5	0,39	0,44	0,5	0,5	0,11	0,61	0,44	0,17	0,44	0,67	0	0,56	0,56	0,06	0,61	0,33	0,06
E. K.	0,5	0,61	0,11	0,56	0,39	0,22	0,56	0,44	0	0,44	0,56	0,17	0,56	0,61	0	0,5	0,61	0	0,61	0,33	0,11

Ek 3.3. D_3 'ün TBS ile oluşturulan karar matrisi $X_T^{(3)}$

Alternatifler	Kriterler																																									
	Lezzet						Fiyat						Konum						Konfor						Hizmet						Ürün Çeşitliliği						Hijyen/ Temiz.					
	μ	η	ν	μ	η	ν	μ	η	ν	μ	η	ν	μ	η	ν	μ	η	ν	μ	η	ν	μ	η	ν	μ	η	ν	μ	η	ν	μ	η	ν									
B. K.	0,5	0,11	0,17	0,33	0,28	0,28	0,56	0,33	0	0,61	0,44	0	0,5	0,39	0	0,44	0,44	0	0,33	0,44	0	0,33	0,44	0	0,33	0,44	0	0,33	0,44	0	0,33	0,44	0,17									
C. K.	0,44	0,39	0,06	0,17	0,39	0,28	0,28	0,44	0	0,39	0,56	0	0,39	0,5	0	0,33	0,56	0	0,44	0,56	0	0,44	0,28	0,17																		
H. K.	0,5	0,22	0,06	0,33	0,39	0,22	0,39	0,33	0,06	0,39	0,39	0,17	0,5	0,44	0	0,5	0,39	0	0,33	0,44	0	0,33	0,44	0,17																		
S. K.	0,61	0,28	0	0,28	0,22	0,33	0,44	0,39	0,11	0,39	0,39	0,06	0,44	0,39	0	0,5	0,39	0	0,56	0,17	0,22																					
S. D.	0,56	0,44	0	0,39	0,44	0,11	0,5	0,39	0,11	0,56	0,44	0	0,44	0,5	0	0,5	0,44	0,56	0,56	0,22	0,22																					
Ş. H. M.	0,39	0,56	0	0,39	0,33	0,17	0,39	0,39	0,11	0,44	0,61	0,06	0,44	0,44	0	0,28	0,61	0	0,5	0,28	0,11																					
G. K.	0,5	0,22	0,17	0,28	0,44	0,17	0,39	0,28	0,22	0,33	0,61	0,17	0,33	0,61	0	0,28	0,61	0	0,39	0,28	0,22																					
B. A.	0,44	0,33	0,11	0,33	0,33	0,22	0,33	0,39	0,06	0,5	0,39	0,17	0,39	0,44	0	0,5	0,39	0	0,5	0,28	0,06																					
E. K.	0,39	0,44	0	0,39	0,33	0,11	0,44	0,28	0	0,33	0,5	0,11	0,5	0,44	0	0,44	0,5	0	0,44	0,33	0,11																					

EK 4. BK Uzantılarıyla Oluşturulan R

EK 4.1. SBS ile oluşturulan R_s

Alternatifler	Kriterler			Fiyat			Konum			Konfor			Hizmet			Ürün Çeşitliliği			Hijyen/ Temiz.		
	Lezzet																				
	μ	ν		μ	ν		μ	ν		μ	ν		μ	ν		μ	ν		μ	ν	
B. K.	0,4834	0,0492		0,3145	0,1731		0,6179	0		0,5617	0		0,5158	0		0,4789	0		0,4476	0,0588	
C. K.	0,3468	0		0,2083	0,1048		0,2878	0		0,3464	0		0,3723	0		0,3333	0		0,3706	0	
H. K.	0,3874	0,082		0,2906	0,0975		0,3812	0,0736		0,3336	0,1206		0,4082	0		0,4021	0		0,3343	0,1001	
S. K.	0,5413	0		0,2653	0,1957		0,5327	0,0604		0,5026	0		0,4618	0		0,489	0		0,5638	0,0457	
S. D.	0,5952	0		0,3462	0,1176		0,5296	0,0564		0,56	0		0,4938	0		0,5633	0		0,561	0	
Ş. H. M.	0,376	0		0,3147	0,1033		0,3668	0,0814		0,4	0,0264		0,4554	0		0,3765	0		0,4677	0	
G. K.	0,3992	0,0856		0,2447	0,0663		0,376	0,1323		0,3827	0,0996		0,3656	0		0,2678	0		0,3561	0,1019	
B. A.	0,3105	0,0729		0,2651	0,089		0,3079	0,054		0,3934	0,0794		0,3527	0		0,3584	0		0,3699	0,0355	
E. K.	0,3028	0		0,3025	0,0848		0,386	0		0,2938	0,1069		0,3824	0		0,3551	0		0,3613	0,0742	

EK 4.2. NS ile oluşturulan R_N

Alternatifler	Kriterler			Fiyat			Konum			Konfor			Hizmet			Ürün Çeşitliliği			Hijyen Temiz.		
	Lezzet																				
	T	I	F	T	I	F	T	I	F	T	I	F	T	I	F	T	I	F	T	I	F
B. K.	0,52	0,39	0,09	0,36	0,44	0,19	0,7	0,29	0,04	0,61	0,37	0,06	0,58	0,4	0	0,52	0,5	0	0,5	0,42	0,07
C. K.	0,43	0,38	0,09	0,25	0,44	0,13	0,36	0,4	0,05	0,39	0,41	0	0,44	0,37	0	0,4	0,44	0	0,43	0,34	0,06
H. K.	0,51	0,38	0,15	0,35	0,51	0,12	0,45	0,44	0,1	0,37	0,52	0,12	0,5	0,48	0	0,45	0,55	0,04	0,4	0,53	0,08
S. K.	0,63	0,33	0,07	0,3	0,4	0,22	0,58	0,4	0,07	0,58	0,41	0	0,53	0,39	0	0,54	0,43	0	0,65	0,3	0,06
S. D.	0,68	0,43	0,06	0,41	0,58	0,17	0,61	0,5	0,06	0,6	0,44	0	0,57	0,49	0	0,65	0,42	0	0,64	0,34	0,07
Ş. H. M.	0,47	0,45	0,04	0,41	0,47	0,13	0,45	0,42	0,1	0,49	0,42	0,05	0,53	0,4	0	0,43	0,47	0,04	0,56	0,35	0
G. K.	0,44	0,46	0,09	0,29	0,57	0,08	0,42	0,43	0,14	0,43	0,41	0,12	0,41	0,54	0	0,3	0,61	0,06	0,45	0,39	0,11
B. A.	0,41	0,46	0,08	0,35	0,42	0,12	0,41	0,4	0,07	0,46	0,37	0,08	0,4	0,45	0	0,4	0,46	0	0,44	0,37	0,04
E. K.	0,38	0,47	0,1	0,4	0,45	0,11	0,46	0,41	0	0,36	0,47	0,14	0,43	0,51	0	0,4	0,48	0	0,47	0,37	0,09

Ek 4.3. TBS ile oluşturulan R_T

Alternatifler	Kriterler																							
	Lezzet						Fiyat			Konum			Konfor			Hizmet			Ürün Çeşitliliği			Hijyen/Temiz.		
	μ	η	ν	μ	η	ν	μ	η	ν	μ	η	ν	μ	η	ν	μ	η	ν	μ	η	ν	μ	η	ν
B. K.	0,48	0,22	0,05	0,31	0,36	0,17	0,62	0,25	0	0,56	0,35	0	0,52	0,33	0	0,48	0,35	0	0,45	0,35	0,06			
C. K.	0,35	0,32	0	0,21	0,37	0,1	0,29	0,35	0	0,35	0,36	0	0,37	0,31	0	0,33	0,36	0	0,37	0,27	0			
H. K.	0,39	0,31	0,08	0,29	0,44	0,1	0,38	0,36	0,07	0,33	0,42	0,12	0,41	0,41	0	0,4	0,42	0	0,33	0,41	0,1			
S. K.	0,54	0,26	0	0,27	0,31	0,2	0,53	0,31	0,06	0,5	0,32	0	0,46	0,31	0	0,49	0,32	0	0,56	0,2	0,05			
S. D.	0,6	0,34	0	0,35	0,46	0,12	0,53	0,37	0,06	0,56	0,33	0	0,49	0,41	0	0,56	0,33	0	0,56	0,28	0			
Ş. H. M.	0,38	0,38	0	0,31	0,36	0,1	0,37	0,34	0,08	0,4	0,34	0,03	0,46	0,28	0	0,38	0,34	0	0,47	0,25	0			
G. K.	0,4	0,32	0,09	0,24	0,48	0,07	0,38	0,34	0,13	0,38	0,5	0,1	0,37	0,42	0	0,27	0,5	0	0,36	0,32	0,1			
B. A.	0,31	0,34	0,07	0,27	0,34	0,09	0,31	0,32	0,05	0,39	0,35	0,08	0,35	0,33	0	0,36	0,35	0	0,37	0,31	0,04			
E. K.	0,3	0,39	0	0,3	0,38	0,08	0,39	0,31	0	0,29	0,39	0,11	0,38	0,39	0	0,36	0,39	0	0,36	0,34	0,07			

Ek 5. BK Uzantılarıyla Oluşturulan H

Ek 5.1. SBS ile oluşturulan H_S

Alternatfler	Kriterler																																									
	Lezzet						Fiyat						Konum						Konfor						Hizmet						Ürün Çeşitliliği						Hijyen/ Temiz.					
	μ	π	ν	μ	π	ν	μ	π	ν	μ	π	ν	μ	π	ν	μ	π	ν	μ	π	ν	μ	π	ν	μ	π	ν	μ	π	ν	μ	π	ν									
B. K.	0,38	0,29	0,33	0,37	0,16	0,48	0,47	0,53	0	0,44	0,56	0	0,4	0,6	0	0,39	0,61	0	0,34	0,33	0,33																					
C. K.	0,27	0,73	0	0,24	0,47	0,29	0,22	0,78	0	0,27	0,73	0	0,29	0,71	0	0,27	0,73	0	0,28	0,72	0																					
H. K.	0,3	0,14	0,56	0,34	0,39	0,27	0,29	0,34	0,37	0,26	0,16	0,58	0,32	0,68	0	0,33	0,67	0	0,26	0,19	0,55																					
S. K.	0,42	0,58	0	0,31	0,15	0,54	0,41	0,29	0,3	0,39	0,61	0	0,36	0,64	0	0,4	0,6	0	0,43	0,31	0,25																					
S. D.	0,46	0,54	0	0,4	0,27	0,32	0,41	0,31	0,28	0,43	0,57	0	0,39	0,61	0	0,46	0,54	0	0,43	0,57	0																					
Ş. H. M.	0,29	0,71	0	0,37	0,35	0,28	0,28	0,31	0,41	0,31	0,56	0,13	0,36	0,64	0	0,3	0,7	0	0,36	0,64	0																					
G. K.	0,31	0,11	0,58	0,28	0,53	0,18	0,29	0,04	0,67	0,3	0,22	0,48	0,29	0,71	0	0,22	0,78	0	0,27	0,16	0,56																					
B. A.	0,24	0,26	0,49	0,31	0,45	0,24	0,24	0,49	0,27	0,31	0,31	0,38	0,28	0,72	0	0,29	0,71	0	0,28	0,52	0,2																					
E. K.	0,24	0,76	0	0,35	0,41	0,23	0,3	0,7	0	0,23	0,26	0,52	0,3	0,7	0	0,29	0,71	0	0,28	0,31	0,41																					

Ek 5.2. NS ile oluşturulan H_N

Alternatİfler	Kriterler																																									
	Lezzet						Fiyat						Konum						Konfor						Hizmet						Ürün Çeşitliliği						Hijyen/ Temiz.					
	T	I	F	T	I	F	T	I	F	T	I	F	T	I	F	T	I	F	T	I	F	T	I	F	T	I	F	T	I	F												
B.K.	0,34	0,31	0,32	0,34	0,31	0,44	0,46	0,23	0,19	0,42	0,29	0,25	0,39	0,29	0	0,37	0,34	0	0,33	0,37	0,33				0,33	0,37	0,33															
C.K.	0,28	0,3	0,32	0,24	0,3	0,28	0,24	0,32	0,2	0,27	0,32	0	0,3	0,27	0	0,29	0,3	0	0,28	0,29	0,28				0,28	0,29	0,28															
H.K.	0,33	0,3	0,57	0,34	0,36	0,27	0,3	0,35	0,41	0,25	0,41	0,49	0,34	0,35	0	0,32	0,38	0,56	0,26	0,46	0,39				0,26	0,46	0,39															
S.K.	0,42	0,26	0,24	0,28	0,28	0,49	0,38	0,32	0,29	0,4	0,32	0	0,36	0,29	0	0,39	0,3	0	0,43	0,26	0,26				0,43	0,26	0,26															
S.D.	0,45	0,34	0,24	0,39	0,4	0,38	0,4	0,41	0,25	0,41	0,34	0	0,38	0,36	0	0,47	0,29	0	0,42	0,3	0,31				0,42	0,3	0,31															
Ş.H.M.	0,31	0,36	0,15	0,39	0,33	0,3	0,3	0,34	0,41	0,34	0,33	0,2	0,36	0,29	0	0,31	0,32	0,45	0,36	0,3	0				0,36	0,3	0															
G.K.	0,29	0,37	0,34	0,27	0,4	0,19	0,27	0,35	0,59	0,29	0,32	0,48	0,28	0,4	0	0,22	0,41	0,7	0,29	0,33	0,53				0,29	0,33	0,53															
B.A.	0,27	0,37	0,3	0,33	0,29	0,28	0,27	0,32	0,3	0,32	0,29	0,32	0,27	0,33	0	0,28	0,31	0	0,29	0,32	0,21				0,29	0,32	0,21															
E.K.	0,25	0,37	0,36	0,38	0,31	0,25	0,3	0,33	0	0,24	0,37	0,57	0,29	0,38	0	0,29	0,33	0	0,3	0,32	0,41				0,3	0,32	0,41															

Ek 5.3. TBS ile oluşturulan H_T

Alternatifler	Kriterler																				
	Lezzet			Fiyat			Konum			Konfor			Hizmet			Ürün Çeşitliliği			Hijyen/ Temiz.		
	μ	η	ν	μ	η	ν	μ	η	ν	μ	η	ν	μ	η	ν	μ	η	ν	μ	η	ν
B. K.	0,38	0,23	0,33	0,37	0,31	0,48	0,47	0,26	0	0,44	0,31	0	0,4	0,31	0	0,39	0,31	0	0,34	0,37	0,33
C. K.	0,27	0,33	0	0,24	0,31	0,29	0,22	0,35	0	0,27	0,32	0	0,29	0,29	0	0,27	0,32	0	0,28	0,29	0
H. K.	0,3	0,32	0,56	0,34	0,37	0,27	0,29	0,36	0,37	0,26	0,37	0,58	0,32	0,38	0	0,33	0,37	0	0,26	0,45	0,55
S. K.	0,42	0,27	0	0,31	0,26	0,54	0,41	0,31	0,3	0,39	0,29	0	0,36	0,29	0	0,4	0,29	0	0,43	0,21	0,25
S. D.	0,46	0,35	0	0,4	0,39	0,32	0,41	0,37	0,28	0,43	0,29	0	0,39	0,38	0	0,46	0,29	0	0,43	0,3	0
Ş. H. M.	0,29	0,39	0	0,37	0,31	0,28	0,28	0,34	0,41	0,31	0,3	0,13	0,36	0,26	0	0,3	0,3	0	0,36	0,27	0
G. K.	0,31	0,33	0,58	0,28	0,41	0,18	0,29	0,34	0,67	0,3	0,44	0,48	0,29	0,4	0	0,22	0,44	0	0,27	0,35	0,56
B. A.	0,24	0,35	0,49	0,31	0,29	0,24	0,24	0,33	0,27	0,31	0,3	0,38	0,28	0,31	0	0,29	0,3	0	0,28	0,34	0,2
E. K.	0,24	0,4	0	0,35	0,32	0,23	0,3	0,31	0	0,23	0,35	0,52	0,3	0,36	0	0,29	0,35	0	0,28	0,37	0,41

EK 6. BK Uzantılarıyla Oluşturulan R'

EK 6.1. SBS ile oluşturulan R'_S

Alternatifler	Kriterler																				
	Lezzet			Fiyat			Konum			Konfor			Hizmet			Ürün Çeşitliliği			Hijyen/ Temiz.		
	μ	π	ν	μ	π	ν	μ	π	ν	μ	π	ν	μ	π	ν	μ	π	ν	μ	π	ν
B. K.	0,07	0,87	0,06	0,05	0,88	0,07	0,08	0,92	0	0,05	0,95	0	0,05	0,95	0	0,04	0,96	0	0,07	0,87	0,06
C. K.	0,05	0,95	0	0,03	0,92	0,04	0,04	0,96	0	0,03	0,97	0	0,04	0,96	0	0,03	0,97	0	0,05	0,95	0
H. K.	0,05	0,85	0,1	0,05	0,91	0,04	0,05	0,89	0,06	0,03	0,91	0,06	0,04	0,96	0	0,03	0,97	0	0,05	0,84	0,11
S. K.	0,07	0,93	0	0,04	0,88	0,08	0,07	0,89	0,05	0,04	0,96	0	0,05	0,95	0	0,04	0,96	0	0,08	0,87	0,05
S. D.	0,08	0,92	0	0,06	0,9	0,05	0,06	0,89	0,05	0,05	0,95	0	0,05	0,95	0	0,04	0,96	0	0,08	0,92	0
Ş. H. M.	0,05	0,95	0	0,05	0,91	0,04	0,04	0,89	0,07	0,03	0,95	0,01	0,04	0,96	0	0,03	0,97	0	0,07	0,93	0
G. K.	0,05	0,84	0,1	0,04	0,93	0,03	0,05	0,85	0,11	0,03	0,91	0,05	0,04	0,96	0	0,02	0,98	0	0,05	0,84	0,11
B. A.	0,04	0,87	0,09	0,04	0,92	0,03	0,04	0,92	0,04	0,03	0,92	0,04	0,03	0,97	0	0,03	0,97	0	0,05	0,91	0,04
E. K.	0,04	0,96	0	0,05	0,92	0,03	0,05	0,95	0	0,03	0,92	0,06	0,04	0,96	0	0,03	0,97	0	0,05	0,87	0,08

EK 6.2. NS ile oluşturulan R'_N

Alternatifler	Kriterler																																									
	Lezzet						Fiyat						Konum						Konfor						Hizmet						Ürün Çeşitliliği						Hijyen/ Temiz.					
	T	I	F	T	I	F	T	I	F	T	I	F	T	I	F	T	I	F	T	I	F	T	I	F	T	I	F	T	I	F												
B. K.	0,06	0,05	0,06	0,05	0,04	0,06	0,07	0,04	0,03	0,05	0,03	0,05	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,05	0,04	0	0,03	0,03	0	0,06	0,07	0,06															
C. K.	0,05	0,05	0,06	0,03	0,04	0,04	0,04	0,05	0,03	0,03	0,03	0,04	0	0,04	0,03	0	0,03	0,03	0	0,05	0,06	0,05																				
H. K.	0,06	0,05	0,1	0,05	0,05	0,04	0,05	0,06	0,07	0,03	0,04	0,05	0,04	0	0,03	0,03	0,05	0,05	0,09	0,08																						
S. K.	0,07	0,05	0,04	0,04	0,04	0,07	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0	0,05	0,04	0	0,04	0,03	0	0,08	0,05	0,05																					
S. D.	0,08	0,06	0,04	0,06	0,06	0,05	0,06	0,06	0,04	0,05	0,04	0	0,05	0,05	0	0,04	0,03	0	0,08	0,06	0,06																					
Ş. H. M.	0,05	0,06	0,03	0,06	0,05	0,04	0,05	0,05	0,07	0,04	0,04	0,02	0,05	0,04	0	0,03	0,03	0,04	0,07	0,06	0																					
G. K.	0,05	0,06	0,06	0,04	0,06	0,03	0,04	0,06	0,09	0,03	0,04	0,05	0,04	0,05	0	0,02	0,04	0,06	0,06	0,06	0,1																					
B. A.	0,05	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0	0,03	0,03	0	0,05	0,06	0,04																					
E. K.	0,04	0,07	0,06	0,05	0,04	0,04	0,05	0,05	0	0,03	0,04	0,06	0,04	0,05	0	0,03	0,03	0	0,06	0,06	0,08																					

Ek 6.3. TBS ile oluşturulan R'_r

Alternatifler	Kriterler																				
	Lezzet			Fiyat			Konum			Konfor			Hizmet			Ürün Çeşitliliği			Hijyen/ Temiz.		
	μ	η	ν	μ	η	ν	μ	η	ν	μ	η	ν	μ	η	ν	μ	η	ν	μ	η	ν
B. K.	0,07	0,04	0,06	0,05	0,04	0,07	0,08	0,04	0	0,05	0,03	0	0,05	0,04	0	0,04	0,03	0	0,07	0,07	0,06
C. K.	0,05	0,06	0	0,03	0,04	0,04	0,04	0,06	0	0,03	0,03	0	0,04	0,04	0	0,03	0,03	0	0,05	0,06	0
H. K.	0,05	0,06	0,1	0,05	0,05	0,04	0,05	0,06	0,06	0,03	0,04	0,06	0,04	0,05	0	0,03	0,03	0	0,05	0,09	0,11
S. K.	0,07	0,05	0	0,04	0,04	0,08	0,07	0,05	0,05	0,04	0,03	0	0,05	0,04	0	0,04	0,03	0	0,08	0,04	0,05
S. D.	0,08	0,06	0	0,06	0,06	0,05	0,06	0,06	0,05	0,05	0,03	0	0,05	0,05	0	0,04	0,03	0	0,08	0,06	0
Ş. H. M.	0,05	0,07	0	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,07	0,03	0,03	0,01	0,04	0,03	0	0,03	0,03	0	0,07	0,05	0
G. K.	0,05	0,06	0,1	0,04	0,06	0,03	0,05	0,05	0,11	0,03	0,05	0,05	0,04	0,05	0	0,02	0,04	0	0,05	0,07	0,11
B. A.	0,04	0,06	0,09	0,04	0,04	0,03	0,04	0,05	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,04	0	0,03	0,03	0	0,05	0,06	0,04
E. K.	0,04	0,07	0	0,05	0,05	0,03	0,05	0,05	0	0,03	0,04	0,06	0,04	0,05	0	0,03	0,03	0	0,05	0,07	0,08

Ek 7. BK Uzantılarıyla Oluşturulan R' 'nin $d(A^+, r'_{ij})$ değerleriEk 7.1. SBS ile oluşturulan R'_S 'nin $d(A^+, r'_{ij})$ değerleri

Alternatifler	Kriterler									
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği	Hijyen/ Temiz.			
B. K.	0,93357208	0,94764246	0,924516685	0,952051758	0,949248284	0,963955515	0,933984956			
C. K.	0,952337382	0,965311173	0,964834177	0,970433162	0,963367182	0,974912951	0,945348577			
H. K.	0,946761121	0,951616795	0,953433359	0,971519716	0,959837559	0,969732902	0,95070417			
S. K.	0,925605936	0,955834594	0,934921709	0,957097872	0,95456813	0,963190032	0,916860357			
S. D.	0,918201448	0,942356662	0,935298847	0,952199501	0,951421226	0,957600882	0,91726243			
Ş. H. M.	0,948326369	0,947605871	0,95519036	0,965857496	0,955195862	0,971658745	0,931018433			
G. K.	0,945139361	0,959256027	0,954065164	0,96732878	0,964025317	0,979842597	0,947479709			
B. A.	0,957333005	0,955861791	0,962389276	0,966414415	0,965296257	0,973022946	0,945449721			
E. K.	0,958389643	0,949634301	0,952837735	0,97491912	0,962378358	0,973272301	0,946718852			

Ek 7.2. NS ile oluşturulan R'_N 'nin $d(A^+, r'_{ij})$ değerleri

Alternatifler	Kriterler						
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği	Hijyen/ Temiz.
B. K.	0,349727392	0,352570733	0,331325592	0,337689381	0,329207351	0,332313053	0,357233028
C. K.	0,353339317	0,350050633	0,348397629	0,335377836	0,332126067	0,333849122	0,352042612
H. K.	0,365349239	0,347123143	0,358201569	0,356717698	0,334028191	0,352466474	0,371512218
S. K.	0,338544414	0,356507722	0,345238947	0,330506995	0,330425879	0,330412875	0,33960761
S. D.	0,34088537	0,352000588	0,346958401	0,330660973	0,332401076	0,327669921	0,345724353
Ş. H. M.	0,344892287	0,344742357	0,356918807	0,340386007	0,330576876	0,347660347	0,329308285
G. K.	0,35738269	0,348161718	0,368422531	0,352048931	0,338284038	0,360997209	0,369747035
B. A.	0,356559902	0,344730179	0,352419803	0,343991099	0,33590847	0,334270225	0,349290698
E. K.	0,361725338	0,342275111	0,334611591	0,358726328	0,337094427	0,334632522	0,360301521

Ek 7.3. TBS ile oluşturulan R'_T 'nin $d(A^+, r'_{ij})$ değerleri

Alternatifler	Kriterler						
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği	Hijyen/ Temiz.
B. K.	1,032706958	1,059824098	0,965251608	0,985879511	0,98849078	0,992555343	1,068045642
C. K.	1,011129154	1,051124504	1,021147538	1,00538662	0,999537588	1,004464511	1,000818101
H. K.	1,100622937	1,043320371	1,070380327	1,076355563	1,007807139	1,004221608	1,142725719
S. K.	0,972550428	1,070082599	1,033422665	0,988565557	0,990527618	0,989794529	1,006208729
S. D.	0,98018865	1,044838965	1,040090894	0,984502572	0,999129361	0,98491166	0,975381207
Ş. H. M.	1,01679362	1,032097376	1,074680205	1,013214277	0,987854191	0,999844948	0,982486888
G. K.	1,105154977	1,043250312	1,114530338	1,068810846	1,013843524	1,020908135	1,122477736
B. A.	1,105785475	1,03199233	1,057728921	1,042120813	1,003993279	1,001352265	1,048048799
E. K.	1,02809615	1,028456096	1,00232178	1,069662436	1,008330694	1,005384849	1,095674375

EK 8. BK Uzantılarıyla Oluşturulan R' 'nin $d(A^-, r'_{ij})$ değerleri

Ek 8.1. SBS ile oluşturulan R'_S 'nin $d(A^-, r'_{ij})$ değerleri

Alternatifler	Kriterler						
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği	Hijyen/ Temiz.
B. K.	0,941327927	0,932070544	1	1	1	1	0,937593789
C. K.	1	0,958877415	1	1	1	1	1
H. K.	0,902229256	0,961723787	0,940992703	0,935956846	1	1	0,893768507
S. K.	1	0,923189939	0,951543645	1	1	1	0,951491016
S. D.	1	0,953846243	0,954734301	1	1	1	1
Ş. H. M.	1	0,959467123	0,934739469	0,985981738	1	1	1
G. K.	0,897931452	0,973994354	0,893860583	0,947090076	1	1	0,891825617
B. A.	0,913071978	0,965059569	0,956668439	0,957801399	1	1	0,962268308
E. K.	1	0,966706499	1	0,943239268	1	1	0,921222874

Ek 8.2. NS ile oluşturulan R'_N 'nin $d(A^-, r'_{ij})$ değerleri

Alternatifler	Kriterler						
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği	Hijyen/Temiz.
B. K.	0,352985785	0,343204209	0,360191997	0,350263925	0,362138774	0,355442381	0,356211757
C. K.	0,349074735	0,345552214	0,352688257	0,355017817	0,35748163	0,351573463	0,352266779
H. K.	0,337102981	0,353465162	0,345836553	0,339669222	0,362306313	0,337455419	0,354455681
S. K.	0,358764626	0,336830225	0,35540621	0,359606223	0,360561679	0,354615587	0,360700271
S. D.	0,36599228	0,353018454	0,362827165	0,361090231	0,364683759	0,356683069	0,358931705
Ş. H. M.	0,36357539	0,352971886	0,345316054	0,350530484	0,360753717	0,339126843	0,375790727
G. K.	0,352144816	0,356240528	0,33517027	0,338108219	0,361637632	0,331351234	0,339784656
B. A.	0,353004466	0,349929676	0,348666084	0,34371241	0,358824334	0,351848197	0,358847096
E. K.	0,348859566	0,354380993	0,366840524	0,334715667	0,361537372	0,352379964	0,347021777

Ek 8.3. TBS ile oluşturulan R'_r 'nind (A^-, r'_{ij}) değerleri

Alternatifler	Kriterler						
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği	Hijyen/ Temiz.
B. K.	1,048218653	1,028680267	1,116218238	1,081775996	1,089994212	1,064644312	1,075263308
C. K.	1,10645439	1,038256989	1,091479183	1,064520296	1,072803224	1,054638609	1,110120948
H. K.	1,011559207	1,063534354	1,045499014	1,005230222	1,08813202	1,064755803	1,028854392
S. K.	1,121338556	1,004793289	1,066666537	1,074369812	1,081391357	1,063414465	1,075470048
S. D.	1,143785753	1,067818128	1,078961803	1,08010357	1,096286909	1,069709897	1,140856348
Ş. H. M.	1,120140883	1,05581988	1,033778421	1,053462761	1,077462467	1,056527457	1,120450023
G. K.	1,010739159	1,072726965	0,994121177	1,028333438	1,08579289	1,061222941	1,011169553
B. A.	1,017263421	1,050387884	1,046287246	1,024894781	1,073400764	1,055306374	1,081685974
E. K.	1,111316865	1,062600491	1,096646309	1,006302732	1,083573977	1,058840247	1,044682418

Ek 9. BK Uzantılarıyla Oluşturulan H' 'nin $d(A^+, h_{ij})$ değerleri

Ek 9.1. SBS ile oluşturulan H'_S 'nin $d(A^+, h_{ij})$ değerleri

Alternatifler	Kriterler						
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği	Hijyen/ Temiz.
B. K.	0,6222568635	0,633863355	0,525262169	0,564106887	0,597208603	0,612424897	0,656171647
C. K.	0,729189671	0,75742079	0,778831305	0,731210566	0,709263349	0,730246784	0,715357169
H. K.	0,697506369	0,661655911	0,707128045	0,74108833	0,681250469	0,674547339	0,743250888
S. K.	0,577306452	0,691151006	0,59070257	0,609980658	0,639429606	0,604193896	0,566981026
S. D.	0,535235503	0,596899732	0,593074506	0,565450006	0,614454176	0,544095503	0,569075155
Ş. H. M.	0,706399822	0,63360749	0,718178367	0,6896136	0,644411604	0,695255325	0,640721003
G. K.	0,688291824	0,715077112	0,711101658	0,702988907	0,714486641	0,783253732	0,726456817
B. A.	0,757573893	0,691341199	0,763454567	0,694676497	0,724573472	0,709924149	0,715883964
E. K.	0,763577514	0,647792314	0,703381983	0,771991997	0,701415543	0,712605388	0,722494022

Ek 9.2. NS ile oluşturulan H_N 'nin $d(A^+, h_{ij})$ değerleri

Alternatifler	Kriterler						
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği	Hijyen/ Temiz.
B. K.	0,426481392	0,467860602	0,320706028	0,372933768	0,30058744	0,32236258	0,457810911
C. K.	0,447003697	0,45023753	0,428077331	0,351919717	0,323751851	0,338879453	0,430777491
H. K.	0,515241889	0,429765566	0,489737334	0,545918468	0,33884808	0,539066029	0,532181692
S. K.	0,362941747	0,495391998	0,408211408	0,307639347	0,3102583	0,301930561	0,366011859
S. D.	0,376242635	0,463873575	0,419025582	0,309039152	0,325934463	0,272436424	0,397869894
Ş. H. M.	0,399009208	0,413116714	0,481669647	0,397448551	0,311456684	0,487387243	0,312369541
G. K.	0,469977403	0,437028331	0,554020113	0,503475131	0,37262464	0,630794359	0,522988032
B. A.	0,465302475	0,413031552	0,453374021	0,430222115	0,353770923	0,34340744	0,416444606
E. K.	0,494651541	0,395863245	0,341372691	0,564178738	0,363183328	0,347303109	0,473792643

Ek 9.3. TBS ile oluşturulan H_T 'nin $d(A^+, h_{ij})$ değerleri

Alternatifler	Kriterler						
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği	Hijyen/ Temiz.
B. K.	1,185834988	1,418350339	0,781456652	0,871631917	0,908656986	0,919949927	1,354404385
C. K.	1,06323383	1,357514015	1,133003385	1,048969275	0,996330066	1,048005493	1,004260945
H. K.	1,571721232	1,302939655	1,442643567	1,694145114	1,061961418	1,045393631	1,743363118
S. K.	0,84403652	1,490088106	1,210205441	0,896050519	0,924822361	0,890263756	1,032337129
S. D.	0,887435512	1,313559198	1,252143986	0,859114289	0,993090169	0,837759786	0,871777121
Ş. H. M.	1,095418294	1,224457174	1,469686823	1,120129792	0,903604688	0,998332771	0,908785875
G. K.	1,59747146	1,302449733	1,720316592	1,625553143	1,109869235	1,224818656	1,637904876
B. A.	1,601053837	1,223722588	1,363074977	1,38291648	1,031692691	1,014540486	1,250254164
E. K.	1,159637217	1,198993679	1,014602389	1,633294871	1,066116617	1,057901604	1,498304035

EK 10. BK Uzantılarıyla Yapılan Uygulamaların $\bar{d}_{ij}$ değerleri

Ek 10.1. SBS ile yapılan uygulamaların $\bar{d}_{ij}$ değerleri

Alternatifler	Kriterler						
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği	Hijyen/ Temiz.
B. K.	0,622568635	0,633863355	0,525262169	0,564106887	0,597208603	0,612424897	0,656171647
C. K.	0,729189671	0,75742079	0,778831305	0,731210566	0,709263349	0,730246784	0,715357169
H. K.	0,697506369	0,661655911	0,707128045	0,74108833	0,681250469	0,674547339	0,743250888
S. K.	0,577306452	0,691151006	0,59070257	0,609980658	0,639429606	0,604193896	0,566981026
S. D.	0,535235503	0,596899732	0,593074506	0,565450006	0,614454176	0,544095503	0,569075155
Ş. H. M.	0,706399822	0,63360749	0,718178367	0,6896136	0,644411604	0,695255325	0,640721003
G. K.	0,688291824	0,715077112	0,711101658	0,702988907	0,714486641	0,783253732	0,726456817
B. A.	0,757573893	0,691341199	0,763454567	0,694676497	0,724573472	0,709924149	0,715883964
E. K.	0,763577514	0,647792314	0,703381983	0,771991997	0,701415543	0,712605388	0,722494022

Ek 10.2. NS ile yapılan uygulamaların $\bar{d}_{ij}$ değerleri

Alternatifler	Kriterler						
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği	Hijyen/ Temiz.
B. K.	0,639722088	0,701790903	0,481059042	0,559400652	0,450881161	0,483543869	0,686716366
C. K.	0,670505546	0,675356295	0,642115997	0,527879575	0,485627776	0,50831918	0,646166237
H. K.	0,772862834	0,644648349	0,734606001	0,818877702	0,50827212	0,808599043	0,798272538
S. K.	0,544412621	0,743087997	0,612317112	0,461459021	0,46538745	0,452895841	0,549017788
S. D.	0,564363952	0,695810363	0,628538374	0,463558728	0,488901694	0,408654636	0,596804841
Ş. H. M.	0,598513812	0,619675071	0,72250447	0,596172826	0,467185026	0,731080864	0,468554311
G. K.	0,704966105	0,655542496	0,831030169	0,755212696	0,55893696	0,946191539	0,784482047
B. A.	0,697953713	0,619547328	0,680061031	0,645333172	0,530656384	0,515111161	0,624666909
E. K.	0,741977311	0,593794868	0,512059036	0,846268107	0,544774921	0,520954663	0,710688964

Ek 10.3. TBS ile yapılan uygulamaların $\bar{d}_{ij}$ değerleri

Alternatifler	Kriterler						
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği	Hijyen/ Temiz.
B. K.	0,592917494	0,709175169	0,390728326	0,435815958	0,454328493	0,459974964	0,677202192
C. K.	0,531616915	0,678757007	0,566501692	0,524484638	0,498165033	0,524002746	0,502130473
H. K.	0,785860616	0,651469827	0,721321784	0,847072557	0,530980709	0,522696816	0,871681559
S. K.	0,42201826	0,745044053	0,60510272	0,448025259	0,462411181	0,445131878	0,516168565
S. D.	0,443717756	0,656779599	0,626071993	0,429557145	0,496545084	0,418879893	0,43588856
Ş. H. M.	0,547709147	0,612228587	0,734843412	0,560064896	0,451802344	0,499166385	0,454392937
G. K.	0,79873573	0,651224867	0,860158296	0,812776571	0,554934618	0,612409328	0,818952438
B. A.	0,800526918	0,611861294	0,681537489	0,69145824	0,515846346	0,507270243	0,625127082
E. K.	0,579818608	0,599496839	0,507301194	0,816647435	0,533058308	0,528950802	0,749152017

EK 11. D_1 'in ÜBS Uzantılarıyla Karar MatrisleriEk 11.1. D_1 'in ÜBS ile oluşturulan karar matrisi $X_{ÜS}^{(1)}$

Alternatifler	Kriterler						
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği	Hijyen/ Temiz.
B. K.	((0.45,0.60,0.71); 0.10,0.85)	((0.42,0.57,0.69); 0.10,0.85)	((0.58,0.73,0.81); 0.30,0.60)	((0.49,0.64,0.75); 0.10,0.85)	((0.49,0.65,0.75); 0.40,0.50)	((0.51,0.66,0.77); 0.40,0.50)	((0.46,0.61,0.71); 0.30,0.60)
C. K.	((0.31,0.43,0.52); 0.10,0.85)	((0.32,0.45,0.56); 0.10,0.85)	((0.36,0.50,0.61); 0.10,0.85)	((0.35,0.48,0.57); 0.10,0.85)	((0.40,0.53,0.63); 0.10,0.85)	((0.40,0.53,0.63); 0.50,0.50)	((0.36,0.49,0.59); 0.40,0.50)
H. K.	((0.37,0.51,0.63); 0.10,0.85)	((0.37,0.52,0.65); 0.10,0.85)	((0.41,0.56,0.69); 0.10,0.85)	((0.40,0.55,0.68); 0.10,0.85)	((0.42,0.58,0.71); 0.30,0.60)	((0.43,0.59,0.72); 0.10,0.85)	((0.40,0.54,0.67); 0.10,0.85)
S. K.	((0.49,0.62,0.71); 0.10,0.85)	((0.36,0.51,0.63); 0.10,0.85)	((0.51,0.66,0.77); 0.30,0.60)	((0.52,0.66,0.76); 0.30,0.60)	((0.47,0.62,0.73); 0.10,0.85)	((0.46,0.61,0.73); 0.10,0.85)	((0.49,0.64,0.74); 0.30,0.60)
S. D.	((0.56,0.71,0.81); 0.10,0.85)	((0.41,0.57,0.71); 0.10,0.85)	((0.50,0.65,0.77); 0.10,0.85)	((0.55,0.71,0.82); 0.10,0.85)	((0.52,0.68,0.80); 0.10,0.85)	((0.51,0.67,0.79); 0.10,0.85)	((0.49,0.64,0.76); 0.30,0.60)
Ş. H. M.	((0.39,0.51,0.60); 0.10,0.85)	((0.33,0.46,0.58); 0.10,0.85)	((0.37,0.49,0.59); 0.10,0.85)	((0.39,0.52,0.62); 0.10,0.85)	((0.42,0.56,0.65); 0.30,0.60)	((0.43,0.56,0.65); 0.10,0.85)	((0.41,0.54,0.63); 0.30,0.60)
G. K.	((0.38,0.50,0.60); 0.10,0.85)	((0.34,0.47,0.59); 0.10,0.85)	((0.40,0.53,0.64); 0.10,0.85)	((0.39,0.51,0.61); 0.10,0.85)	((0.38,0.51,0.61); 0.10,0.85)	((0.37,0.50,0.61); 0.10,0.85)	((0.37,0.49,0.60); 0.10,0.85)
B. A.	((0.30,0.40,0.50); 0.10,0.85)	((0.30,0.42,0.53); 0.10,0.85)	((0.30,0.42,0.53); 0.10,0.85)	((0.35,0.46,0.55); 0.10,0.85)	((0.38,0.50,0.59); 0.10,0.85)	((0.35,0.47,0.58); 0.10,0.85)	((0.36,0.49,0.59); 0.10,0.85)
E. K.	((0.31,0.43,0.54); 0.10,0.85)	((0.36,0.49,0.61); 0.10,0.85)	((0.41,0.55,0.66); 0.10,0.85)	((0.37,0.51,0.63); 0.10,0.85)	((0.35,0.49,0.61); 0.30,0.60)	((0.38,0.52,0.63); 0.10,0.85)	((0.36,0.50,0.61); 0.10,0.85)

Ek 11.2. D_1 'in ÜNS ile oluşturulan karar matrisi $X_{UN}^{(1)}$

Alternatifler	Kriterler						
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği	Hiyen/ Temiz.
B. K.	((0.45,0.60,0.71); 0.10,0.90,0.85)	((0.42,0.57,0.69); 0.10,0.90,0.85)	((0.58,0.73,0.81); 0.30,0.70,0.60)	((0.49,0.64,0.75); 0.10,0.90,0.85)	((0.49,0.65,0.75); 0.40,0.60,0.50)	((0.51,0.66,0.77); 0.40,0.60,0.50)	((0.46,0.61,0.71); 0.30,0.70,0.60)
C. K.	((0.31,0.43,0.52); 0.10,0.90,0.85)	((0.32,0.45,0.56); 0.10,0.90,0.85)	((0.36,0.50,0.61); 0.10,0.90,0.85)	((0.35,0.48,0.57); 0.10,0.90,0.85)	((0.40,0.53,0.63); 0.10,0.90,0.85)	((0.40,0.53,0.63); 0.50,0.50,0.50)	((0.36,0.49,0.59); 0.40,0.60,0.50)
H. K.	((0.37,0.51,0.63); 0.10,0.90,0.85)	((0.37,0.52,0.65); 0.10,0.90,0.85)	((0.41,0.56,0.69); 0.10,0.90,0.85)	((0.40,0.55,0.68); 0.10,0.90,0.85)	((0.42,0.58,0.71); 0.30,0.70,0.60)	((0.43,0.59,0.72); 0.10,0.90,0.85)	((0.40,0.54,0.67); 0.10,0.90,0.85)
S. K.	((0.49,0.62,0.71); 0.10,0.90,0.85)	((0.36,0.51,0.63); 0.10,0.90,0.85)	((0.51,0.66,0.77); 0.30,0.70,0.60)	((0.52,0.66,0.76); 0.30,0.70,0.60)	((0.47,0.62,0.73); 0.10,0.90,0.85)	((0.46,0.61,0.73); 0.10,0.90,0.85)	((0.49,0.64,0.74); 0.30,0.70,0.60)
S. D.	((0.56,0.71,0.81); 0.10,0.90,0.85)	((0.41,0.57,0.71); 0.10,0.90,0.85)	((0.50,0.65,0.77); 0.10,0.90,0.85)	((0.55,0.71,0.82); 0.10,0.90,0.85)	((0.52,0.68,0.80); 0.10,0.90,0.85)	((0.51,0.67,0.79); 0.10,0.90,0.85)	((0.49,0.64,0.76); 0.30,0.70,0.60)
Ş. H. M.	((0.39,0.51,0.60); 0.10,0.90,0.85)	((0.33,0.46,0.58); 0.10,0.90,0.85)	((0.37,0.49,0.59); 0.10,0.90,0.85)	((0.39,0.52,0.62); 0.10,0.90,0.85)	((0.42,0.56,0.65); 0.30,0.70,0.60)	((0.43,0.56,0.65); 0.10,0.90,0.85)	((0.41,0.54,0.63); 0.30,0.70,0.60)
G. K.	((0.38,0.50,0.60); 0.10,0.90,0.85)	((0.34,0.47,0.59); 0.10,0.90,0.85)	((0.40,0.53,0.64); 0.10,0.90,0.85)	((0.39,0.51,0.61); 0.10,0.90,0.85)	((0.38,0.51,0.61); 0.10,0.90,0.85)	((0.37,0.50,0.61); 0.10,0.90,0.85)	((0.37,0.49,0.60); 0.10,0.90,0.85)
B. A.	((0.30,0.40,0.50); 0.10,0.90,0.85)	((0.30,0.42,0.53); 0.10,0.90,0.85)	((0.30,0.42,0.53); 0.10,0.90,0.85)	((0.35,0.46,0.55); 0.10,0.90,0.85)	((0.38,0.50,0.59); 0.10,0.90,0.85)	((0.35,0.47,0.58); 0.10,0.90,0.85)	((0.36,0.49,0.59); 0.10,0.90,0.85)
E. K.	((0.31,0.43,0.54); 0.10,0.90,0.85)	((0.36,0.49,0.61); 0.10,0.90,0.85)	((0.41,0.55,0.66); 0.10,0.90,0.85)	((0.37,0.51,0.63); 0.10,0.90,0.85)	((0.35,0.49,0.61); 0.30,0.70,0.60)	((0.38,0.52,0.63); 0.10,0.90,0.85)	((0.36,0.50,0.61); 0.10,0.90,0.85)

Ek 11.3. D_1 'in ÜTBS ile oluşturulan karar matrisi $X_{UT}^{(1)}$

Alternatifler	Kriterler						
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği	Hijyen/ Temiz.
B. K.	((0.45,0.60,0.71); 0.05,0.00,0.85)	((0.42,0.57,0.69); 0.05,0.00,0.85)	((0.58,0.73,0.81); 0.25,0.00,0.65)	((0.49,0.64,0.75); 0.05,0.00,0.85)	((0.49,0.65,0.75); 0.35,0.00,0.55)	((0.51,0.66,0.77); 0.35,0.00,0.55)	((0.46,0.61,0.71); 0.25,0.00,0.65)
C. K.	((0.31,0.43,0.52); 0.05,0.00,0.85)	((0.32,0.45,0.56); 0.05,0.00,0.85)	((0.36,0.50,0.61); 0.05,0.00,0.85)	((0.35,0.48,0.57); 0.05,0.00,0.85)	((0.40,0.53,0.63); 0.05,0.00,0.85)	((0.40,0.53,0.63); 0.45,0.00,0.45)	((0.36,0.49,0.59); 0.35,0.00,0.65)
H. K.	((0.37,0.51,0.63); 0.05,0.00,0.85)	((0.37,0.52,0.65); 0.05,0.00,0.85)	((0.41,0.56,0.69); 0.05,0.00,0.85)	((0.40,0.55,0.68); 0.05,0.00,0.85)	((0.42,0.58,0.71); 0.25,0.00,0.65)	((0.43,0.59,0.72); 0.05,0.00,0.85)	((0.40,0.54,0.67); 0.05,0.00,0.85)
S. K.	((0.49,0.62,0.71); 0.05,0.00,0.85)	((0.36,0.51,0.63); 0.05,0.00,0.85)	((0.51,0.66,0.77); 0.25,0.00,0.65)	((0.52,0.66,0.76); 0.25,0.00,0.65)	((0.47,0.62,0.73); 0.05,0.00,0.85)	((0.46,0.61,0.73); 0.05,0.00,0.85)	((0.49,0.64,0.74); 0.25,0.00,0.65)
S. D.	((0.56,0.71,0.81); 0.05,0.00,0.85)	((0.41,0.57,0.71); 0.05,0.00,0.85)	((0.50,0.65,0.77); 0.05,0.00,0.85)	((0.55,0.71,0.82); 0.05,0.00,0.85)	((0.52,0.68,0.80); 0.05,0.00,0.85)	((0.51,0.67,0.79); 0.05,0.00,0.85)	((0.49,0.64,0.76); 0.25,0.00,0.65)
Ş. H. M.	((0.39,0.51,0.60); 0.05,0.00,0.85)	((0.33,0.46,0.58); 0.05,0.00,0.85)	((0.37,0.49,0.59); 0.05,0.00,0.85)	((0.39,0.52,0.62); 0.05,0.00,0.85)	((0.42,0.56,0.65); 0.25,0.00,0.65)	((0.43,0.56,0.65); 0.05,0.00,0.85)	((0.41,0.54,0.63); 0.25,0.00,0.65)
G. K.	((0.38,0.50,0.60); 0.05,0.00,0.85)	((0.34,0.47,0.59); 0.05,0.00,0.85)	((0.40,0.53,0.64); 0.05,0.00,0.85)	((0.39,0.51,0.61); 0.05,0.00,0.85)	((0.38,0.51,0.61); 0.05,0.00,0.85)	((0.37,0.50,0.61); 0.05,0.00,0.85)	((0.37,0.49,0.60); 0.05,0.00,0.85)
B. A.	((0.30,0.40,0.50); 0.05,0.00,0.85)	((0.30,0.42,0.53); 0.05,0.00,0.85)	((0.30,0.42,0.53); 0.05,0.00,0.85)	((0.35,0.46,0.55); 0.05,0.00,0.85)	((0.38,0.50,0.59); 0.05,0.00,0.85)	((0.35,0.47,0.58); 0.05,0.00,0.85)	((0.36,0.49,0.59); 0.05,0.00,0.85)
E. K.	((0.31,0.43,0.54); 0.05,0.00,0.85)	((0.36,0.49,0.61); 0.05,0.00,0.85)	((0.41,0.55,0.66); 0.05,0.00,0.85)	((0.37,0.51,0.63); 0.05,0.00,0.85)	((0.35,0.49,0.61); 0.25,0.00,0.65)	((0.38,0.52,0.63); 0.05,0.00,0.85)	((0.36,0.50,0.61); 0.05,0.00,0.85)

EK 12. D_2 'nin ÜBS Uzantılarıyla Karar Matrisleri

Ek 12.1. D_2 'nin ÜBS ile oluşturulan karar matrisi $X_{ÜS}^{(2)}$

Alternatifler	Kriterler						
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği	Hijyen/ Temiz.
B. K.	((0.54,0.70,0.80); 0.30,0.60)	((0.38,0.52,0.65); 0.10,0.85)	((0.66,0.78,0.84); 0.30,0.60)	((0.52,0.66,0.75); 0.10,0.85)	((0.56,0.70,0.79); 0.10,0.85)	((0.49,0.63,0.73); 0.10,0.85)	((0.52,0.67,0.76); 0.10,0.85)
C. K.	((0.32,0.41,0.48); 0.40,0.50)	((0.28,0.39,0.48); 0.10,0.85)	((0.35,0.45,0.52); 0.30,0.60)	((0.32,0.42,0.49); 0.10,0.85)	((0.35,0.44,0.49); 0.30,0.60)	((0.34,0.44,0.51); 0.30,0.60)	((0.33,0.43,0.50); 0.10,0.85)
H. K.	((0.36,0.49,0.60); 0.10,0.85)	((0.34,0.48,0.60); 0.10,0.85)	((0.48,0.61,0.71); 0.10,0.85)	((0.38,0.50,0.61); 0.10,0.85)	((0.37,0.50,0.59); 0.30,0.60)	((0.38,0.52,0.64); 0.30,0.60)	((0.40,0.52,0.62); 0.10,0.85)
S. K.	((0.49,0.61,0.68); 0.10,0.85)	((0.31,0.42,0.53); 0.10,0.85)	((0.58,0.72,0.81); 0.10,0.85)	((0.58,0.72,0.79); 0.40,0.50)	((0.47,0.58,0.65); 0.10,0.85)	((0.52,0.64,0.72); 0.30,0.60)	((0.55,0.68,0.74); 0.10,0.85)
S. D.	((0.64,0.80,0.88); 0.10,0.85)	((0.42,0.58,0.73); 0.10,0.85)	((0.61,0.78,0.88); 0.10,0.85)	((0.60,0.75,0.85); 0.30,0.60)	((0.55,0.70,0.81); 0.10,0.85)	((0.63,0.79,0.87); 0.40,0.50)	((0.61,0.77,0.86); 0.40,0.50)
Ş. H. M.	((0.42,0.54,0.62); 0.40,0.50)	((0.34,0.47,0.57); 0.10,0.85)	((0.47,0.58,0.66); 0.10,0.85)	((0.41,0.53,0.62); 0.10,0.85)	((0.45,0.56,0.62); 0.40,0.50)	((0.45,0.56,0.63); 0.10,0.85)	((0.46,0.57,0.63); 0.40,0.50)
G. K.	((0.42,0.58,0.71); 0.10,0.85)	((0.38,0.52,0.65); 0.10,0.85)	((0.46,0.61,0.73); 0.10,0.85)	((0.46,0.59,0.68); 0.30,0.60)	((0.44,0.58,0.69); 0.10,0.85)	((0.40,0.54,0.66); 0.30,0.60)	((0.41,0.54,0.64); 0.10,0.85)
B. A.	((0.30,0.40,0.48); 0.10,0.85)	((0.28,0.39,0.48); 0.10,0.85)	((0.37,0.48,0.55); 0.10,0.85)	((0.32,0.42,0.48); 0.10,0.85)	((0.33,0.43,0.51); 0.10,0.85)	((0.30,0.39,0.47); 0.40,0.50)	((0.33,0.43,0.50); 0.10,0.85)
E. K.	((0.32,0.43,0.51); 0.30,0.60)	((0.33,0.45,0.55); 0.10,0.85)	((0.39,0.50,0.59); 0.10,0.85)	((0.30,0.40,0.49); 0.10,0.85)	((0.33,0.44,0.53); 0.10,0.85)	((0.35,0.45,0.53); 0.30,0.60)	((0.34,0.44,0.52); 0.10,0.85)

Ek 12.2. D_2 'nin ÜNS ile oluşturulan karar matrisi $X_{UN}^{(2)}$

Alternatifler	Kriterler						
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği	Hijyen/ Temiz.
B. K.	((0.54,0.70,0.80); 0.30,0.70,0.60)	((0.38,0.52,0.65); 0.10,0.90,0.85)	((0.66,0.78,0.84); 0.30,0.70,0.60)	((0.52,0.66,0.75); 0.10,0.90,0.85)	((0.56,0.70,0.79); 0.10,0.90,0.85)	((0.49,0.63,0.73); 0.10,0.90,0.85)	((0.52,0.67,0.76); 0.10,0.90,0.85)
C. K.	((0.32,0.41,0.48); 0.40,0.60,0.50)	((0.28,0.39,0.48); 0.10,0.90,0.85)	((0.35,0.45,0.52); 0.30,0.70,0.60)	((0.32,0.42,0.49); 0.10,0.90,0.85)	((0.35,0.44,0.49); 0.30,0.70,0.60)	((0.34,0.44,0.51); 0.30,0.70,0.60)	((0.33,0.43,0.50); 0.10,0.90,0.85)
H. K.	((0.36,0.49,0.60); 0.10,0.90,0.85)	((0.34,0.48,0.60); 0.10,0.90,0.85)	((0.48,0.61,0.71); 0.10,0.90,0.85)	((0.38,0.50,0.61); 0.10,0.90,0.85)	((0.37,0.50,0.59); 0.30,0.70,0.60)	((0.38,0.52,0.64); 0.30,0.70,0.60)	((0.40,0.52,0.62); 0.10,0.90,0.85)
S. K.	((0.49,0.61,0.68); 0.10,0.90,0.85)	((0.31,0.42,0.53); 0.10,0.90,0.85)	((0.58,0.72,0.81); 0.10,0.90,0.85)	((0.58,0.72,0.79); 0.40,0.60,0.50)	((0.47,0.58,0.65); 0.10,0.90,0.85)	((0.52,0.64,0.72); 0.30,0.70,0.60)	((0.55,0.68,0.74); 0.10,0.90,0.85)
S. D.	((0.64,0.80,0.88); 0.10,0.90,0.85)	((0.42,0.58,0.73); 0.10,0.90,0.85)	((0.61,0.78,0.88); 0.10,0.90,0.85)	((0.60,0.75,0.85); 0.30,0.70,0.60)	((0.55,0.70,0.81); 0.10,0.90,0.85)	((0.63,0.79,0.87); 0.40,0.60,0.50)	((0.61,0.77,0.86); 0.40,0.60,0.50)
Ş. H. M.	((0.42,0.54,0.62); 0.40,0.60,0.50)	((0.34,0.47,0.57); 0.10,0.90,0.85)	((0.47,0.58,0.66); 0.10,0.90,0.85)	((0.41,0.53,0.62); 0.10,0.90,0.85)	((0.45,0.56,0.62); 0.40,0.50,0.60)	((0.45,0.56,0.63); 0.10,0.90,0.85)	((0.46,0.57,0.63); 0.40,0.60,0.50)
G. K.	((0.42,0.58,0.71); 0.10,0.90,0.85)	((0.38,0.52,0.65); 0.10,0.90,0.85)	((0.46,0.61,0.73); 0.10,0.90,0.85)	((0.46,0.59,0.68); 0.30,0.70,0.60)	((0.44,0.58,0.69); 0.10,0.90,0.85)	((0.40,0.54,0.66); 0.30,0.70,0.60)	((0.41,0.54,0.64); 0.10,0.90,0.85)
B. A.	((0.30,0.40,0.48); 0.10,0.90,0.85)	((0.28,0.39,0.48); 0.10,0.90,0.85)	((0.37,0.48,0.55); 0.10,0.90,0.85)	((0.32,0.42,0.48); 0.10,0.90,0.85)	((0.33,0.43,0.51); 0.10,0.90,0.85)	((0.30,0.39,0.47); 0.40,0.60,0.50)	((0.33,0.43,0.50); 0.10,0.90,0.85)
E. K.	((0.32,0.43,0.51); 0.30,0.70,0.60)	((0.33,0.45,0.55); 0.10,0.90,0.85)	((0.39,0.50,0.59); 0.10,0.90,0.85)	((0.30,0.40,0.49); 0.10,0.90,0.85)	((0.33,0.44,0.53); 0.10,0.90,0.85)	((0.35,0.45,0.53); 0.30,0.70,0.60)	((0.34,0.44,0.52); 0.10,0.90,0.85)

Ek 12.3. D_2 'nin ÜTBS ile oluşturulan karar matrisi $X_{UT}^{(2)}$

Alternatifler	Kriterler						
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği	Hiyen/ Temiz.
B. K.	((0.54,0.70,0.80); 0.25,0.00,0.65)	((0.38,0.52,0.65); 0.05,0.00,0.85)	((0.66,0.78,0.84); 0.25,0.00,0.65)	((0.52,0.66,0.75); 0.05,0.00,0.85)	((0.56,0.70,0.79); 0.05,0.00,0.85)	((0.49,0.63,0.73); 0.05,0.00,0.85)	((0.52,0.67,0.76); 0.05,0.00,0.85)
C. K.	((0.32,0.41,0.48); 0.35,0.00,0.55)	((0.28,0.39,0.48); 0.05,0.00,0.85)	((0.35,0.45,0.52); 0.25,0.00,0.65)	((0.32,0.42,0.49); 0.05,0.00,0.85)	((0.35,0.44,0.49); 0.25,0.00,0.65)	((0.34,0.44,0.51); 0.25,0.00,0.65)	((0.33,0.43,0.50); 0.05,0.00,0.85)
H. K.	((0.36,0.49,0.60); 0.05,0.00,0.85)	((0.34,0.48,0.60); 0.05,0.00,0.85)	((0.48,0.61,0.71); 0.05,0.00,0.85)	((0.38,0.50,0.61); 0.05,0.00,0.85)	((0.37,0.50,0.59); 0.25,0.00,0.65)	((0.38,0.52,0.64); 0.25,0.00,0.65)	((0.40,0.52,0.62); 0.05,0.00,0.85)
S. K.	((0.49,0.61,0.68); 0.05,0.00,0.85)	((0.31,0.42,0.53); 0.05,0.00,0.85)	((0.58,0.72,0.81); 0.05,0.00,0.85)	((0.58,0.72,0.79); 0.35,0.00,0.55)	((0.47,0.58,0.65); 0.05,0.00,0.85)	((0.52,0.64,0.72); 0.25,0.00,0.65)	((0.55,0.68,0.74); 0.05,0.00,0.85)
S. D.	((0.64,0.80,0.88); 0.05,0.00,0.85)	((0.42,0.58,0.73); 0.05,0.00,0.85)	((0.61,0.78,0.88); 0.05,0.00,0.85)	((0.60,0.75,0.85); 0.25,0.00,0.65)	((0.55,0.70,0.81); 0.05,0.00,0.85)	((0.63,0.79,0.87); 0.35,0.00,0.55)	((0.61,0.77,0.86); 0.35,0.00,0.55)
Ş. H. M.	((0.42,0.54,0.62); 0.35,0.00,0.55)	((0.34,0.47,0.57); 0.05,0.00,0.85)	((0.47,0.58,0.66); 0.05,0.00,0.85)	((0.41,0.53,0.62); 0.05,0.00,0.85)	((0.45,0.56,0.62); 0.35,0.00,0.55)	((0.45,0.56,0.63); 0.05,0.00,0.85)	((0.46,0.57,0.63); 0.35,0.00,0.55)
G. K.	((0.42,0.58,0.71); 0.05,0.00,0.85)	((0.38,0.52,0.65); 0.05,0.00,0.85)	((0.46,0.61,0.73); 0.05,0.00,0.85)	((0.46,0.59,0.68); 0.25,0.00,0.65)	((0.44,0.58,0.69); 0.05,0.00,0.85)	((0.40,0.54,0.66); 0.25,0.00,0.65)	((0.41,0.54,0.64); 0.05,0.00,0.85)
B. A.	((0.30,0.40,0.48); 0.05,0.00,0.85)	((0.28,0.39,0.48); 0.05,0.00,0.85)	((0.37,0.48,0.55); 0.05,0.00,0.85)	((0.32,0.42,0.48); 0.05,0.00,0.85)	((0.33,0.43,0.51); 0.05,0.00,0.85)	((0.30,0.39,0.47); 0.35,0.00,0.55)	((0.33,0.43,0.50); 0.05,0.00,0.85)
E. K.	((0.32,0.43,0.51); 0.25,0.00,0.65)	((0.33,0.45,0.55); 0.05,0.00,0.85)	((0.39,0.50,0.59); 0.05,0.00,0.85)	((0.30,0.40,0.49); 0.05,0.00,0.85)	((0.33,0.44,0.53); 0.05,0.00,0.85)	((0.35,0.45,0.53); 0.25,0.00,0.65)	((0.34,0.44,0.52); 0.05,0.00,0.85)

EK 13. D_3 'ün ÜBS Uzantılarıyla Karar Matrisleri

Ek 13.1. D_3 'ün ÜBS ile oluşturulan karar matrisi $X_{\text{ÜS}}^{(3)}$

Alternatifler	Kriterler						
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği	Hijyen/ Temiz.
B. K.	((0.41,0.53,0.62); 0.10,0.85)	((0.36,0.50,0.63); 0.10,0.85)	((0.59,0.74,0.84); 0.50,0.50)	((0.56,0.71,0.81); 0.40,0.50)	((0.53,0.69,0.81); 0.50,0.50)	((0.53,0.69,0.81); 0.50,0.50)	((0.49,0.63,0.76); 0.30,0.60)
C. K.	((0.49,0.64,0.74); 0.10,0.85)	((0.27,0.38,0.51); 0.10,0.85)	((0.34,0.47,0.58); 0.40,0.50)	((0.44,0.60,0.72); 0.40,0.50)	((0.47,0.64,0.77); 0.50,0.50)	((0.48,0.64,0.77); 0.50,0.50)	((0.47,0.60,0.70); 0.30,0.60)
H. K.	((0.47,0.60,0.68); 0.10,0.85)	((0.39,0.54,0.68); 0.10,0.85)	((0.44,0.57,0.66); 0.30,0.60)	((0.44,0.60,0.73); 0.10,0.85)	((0.55,0.72,0.83); 0.40,0.50)	((0.53,0.68,0.78); 0.50,0.50)	((0.43,0.59,0.73); 0.30,0.60)
S. K.	((0.60,0.74,0.82); 0.50,0.50)	((0.29,0.41,0.52); 0.10,0.85)	((0.48,0.63,0.74); 0.10,0.85)	((0.49,0.63,0.74); 0.10,0.85)	((0.48,0.63,0.73); 0.40,0.50)	((0.54,0.68,0.77); 0.40,0.50)	((0.53,0.65,0.74); 0.30,0.60)
S. D.	((0.62,0.78,0.88); 0.40,0.50)	((0.44,0.60,0.73); 0.30,0.60)	((0.58,0.73,0.84); 0.10,0.85)	((0.59,0.76,0.86); 0.40,0.50)	((0.49,0.67,0.81); 0.40,0.50)	((0.58,0.74,0.86); 0.30,0.60)	((0.54,0.68,0.78); 0.10,0.85)
Ş. H. M.	((0.46,0.62,0.74); 0.40,0.50)	((0.43,0.56,0.66); 0.10,0.85)	((0.48,0.61,0.71); 0.10,0.85)	((0.52,0.67,0.78); 0.10,0.85)	((0.51,0.67,0.79); 0.50,0.50)	((0.47,0.62,0.74); 0.40,0.50)	((0.51,0.64,0.73); 0.30,0.60)
G. K.	((0.47,0.61,0.72); 0.10,0.85)	((0.34,0.49,0.62); 0.30,0.60)	((0.43,0.56,0.66); 0.10,0.85)	((0.39,0.54,0.67); 0.10,0.85)	((0.46,0.64,0.78); 0.40,0.50)	((0.43,0.59,0.73); 0.40,0.50)	((0.41,0.54,0.65); 0.30,0.60)
B. A.	((0.50,0.64,0.76); 0.30,0.60)	((0.37,0.50,0.62); 0.10,0.85)	((0.43,0.54,0.63); 0.10,0.85)	((0.45,0.58,0.67); 0.10,0.85)	((0.46,0.61,0.72); 0.40,0.50)	((0.53,0.68,0.78); 0.40,0.50)	((0.50,0.63,0.72); 0.30,0.60)
E. K.	((0.45,0.61,0.72); 0.50,0.50)	((0.42,0.54,0.64); 0.10,0.85)	((0.44,0.57,0.65); 0.40,0.50)	((0.37,0.50,0.61); 0.10,0.85)	((0.52,0.68,0.80); 0.40,0.50)	((0.51,0.67,0.79); 0.40,0.50)	((0.48,0.61,0.71); 0.30,0.60)

Ek 13.2. D_3 'ün ÜNS ile oluşturulan karar matrisi $X_{UN}^{(3)}$

Alternatifler	Kriterler						
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği	Hijyen/ Temiz.
B. K.	((0.41,0.53,0.62); 0.10,0.90,0.85)	((0.36,0.50,0.63); 0.10,0.90,0.85)	((0.59,0.74,0.84); 0.50,0.50,0.50)	((0.56,0.71,0.81); 0.40,0.60,0.50)	((0.53,0.69,0.81); 0.50,0.50,0.50)	((0.53,0.69,0.81); 0.50,0.50,0.50)	((0.49,0.63,0.76); 0.30,0.70,0.60)
C. K.	((0.49,0.64,0.74); 0.10,0.90,0.85)	((0.27,0.38,0.51); 0.10,0.90,0.85)	((0.34,0.47,0.58); 0.40,0.60,0.50)	((0.44,0.60,0.72); 0.40,0.60,0.50)	((0.47,0.64,0.77); 0.50,0.50,0.50)	((0.48,0.64,0.77); 0.50,0.50,0.50)	((0.47,0.60,0.70); 0.30,0.70,0.60)
H. K.	((0.47,0.60,0.68); 0.10,0.90,0.85)	((0.39,0.54,0.68); 0.10,0.90,0.85)	((0.44,0.57,0.66); 0.30,0.70,0.60)	((0.44,0.60,0.73); 0.10,0.90,0.85)	((0.55,0.72,0.83); 0.40,0.60,0.50)	((0.53,0.68,0.78); 0.50,0.50,0.50)	((0.43,0.59,0.73); 0.30,0.70,0.60)
S. K.	((0.60,0.74,0.82); 0.50,0.50,0.50)	((0.29,0.41,0.52); 0.10,0.90,0.85)	((0.48,0.63,0.74); 0.10,0.90,0.85)	((0.49,0.63,0.74); 0.10,0.90,0.85)	((0.48,0.63,0.73); 0.40,0.60,0.50)	((0.54,0.68,0.77); 0.40,0.60,0.50)	((0.53,0.65,0.74); 0.30,0.70,0.60)
S. D.	((0.62,0.78,0.88); 0.40,0.60,0.50)	((0.44,0.60,0.73); 0.30,0.70,0.60)	((0.58,0.73,0.84); 0.10,0.90,0.85)	((0.59,0.76,0.86); 0.40,0.60,0.50)	((0.49,0.67,0.81); 0.40,0.60,0.50)	((0.58,0.74,0.86); 0.30,0.70,0.60)	((0.54,0.68,0.78); 0.10,0.90,0.85)
Ş. H. M.	((0.46,0.62,0.74); 0.40,0.60,0.50)	((0.43,0.56,0.66); 0.10,0.90,0.85)	((0.48,0.61,0.71); 0.10,0.90,0.85)	((0.52,0.67,0.78); 0.10,0.90,0.85)	((0.51,0.67,0.79); 0.50,0.50,0.50)	((0.47,0.62,0.74); 0.40,0.60,0.50)	((0.51,0.64,0.73); 0.30,0.70,0.60)
G. K.	((0.47,0.61,0.72); 0.10,0.90,0.85)	((0.34,0.49,0.62); 0.30,0.70,0.60)	((0.43,0.56,0.66); 0.10,0.90,0.85)	((0.39,0.54,0.67); 0.10,0.90,0.85)	((0.46,0.64,0.78); 0.40,0.60,0.50)	((0.43,0.59,0.73); 0.40,0.60,0.50)	((0.41,0.54,0.65); 0.30,0.70,0.60)
B. A.	((0.50,0.64,0.76); 0.30,0.70,0.60)	((0.37,0.50,0.62); 0.10,0.90,0.85)	((0.43,0.54,0.63); 0.10,0.90,0.85)	((0.45,0.58,0.67); 0.10,0.90,0.85)	((0.46,0.61,0.72); 0.40,0.60,0.50)	((0.53,0.68,0.78); 0.40,0.60,0.50)	((0.50,0.63,0.72); 0.30,0.70,0.60)
E. K.	((0.45,0.61,0.72); 0.50,0.50,0.50)	((0.42,0.54,0.64); 0.10,0.90,0.85)	((0.44,0.57,0.65); 0.40,0.60,0.50)	((0.37,0.50,0.61); 0.10,0.90,0.85)	((0.52,0.68,0.80); 0.40,0.60,0.50)	((0.51,0.67,0.79); 0.40,0.60,0.50)	((0.48,0.61,0.71); 0.30,0.70,0.60)

Ek 13.3. D_3 'ün ÜTBS ile oluşturulan karar matrisi $X_{ÜT}^{(3)}$

Alternatifler	Kriterler						
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği	Hijyen/ Temiz.
B. K.	((0.41,0.53,0.62); 0.05,0.00,0.85)	((0.36,0.50,0.63); 0.05,0.00,0.85)	((0.59,0.74,0.84); 0.45,0.00,0.45)	((0.56,0.71,0.81); 0.35,0.00,0.55)	((0.53,0.69,0.81); 0.45,0.00,0.45)	((0.53,0.69,0.81); 0.45,0.00,0.45)	((0.49,0.63,0.76); 0.25,0.00,0.65)
C. K.	((0.49,0.64,0.74); 0.05,0.00,0.85)	((0.27,0.38,0.51); 0.05,0.00,0.85)	((0.34,0.47,0.58); 0.35,0.00,0.55)	((0.44,0.60,0.72); 0.35,0.00,0.55)	((0.47,0.64,0.77); 0.45,0.00,0.45)	((0.48,0.64,0.77); 0.45,0.00,0.45)	((0.47,0.60,0.70); 0.25,0.00,0.65)
H. K.	((0.47,0.60,0.68); 0.05,0.00,0.85)	((0.39,0.54,0.68); 0.05,0.00,0.85)	((0.44,0.57,0.66); 0.25,0.00,0.65)	((0.44,0.60,0.73); 0.05,0.00,0.85)	((0.55,0.72,0.83); 0.35,0.00,0.55)	((0.53,0.68,0.78); 0.45,0.00,0.45)	((0.43,0.59,0.73); 0.25,0.00,0.65)
S. K.	((0.60,0.74,0.82); 0.45,0.00,0.45)	((0.29,0.41,0.52); 0.05,0.00,0.85)	((0.48,0.63,0.74); 0.05,0.00,0.85)	((0.49,0.63,0.74); 0.05,0.00,0.85)	((0.48,0.63,0.73); 0.35,0.00,0.55)	((0.54,0.68,0.77); 0.35,0.00,0.55)	((0.53,0.65,0.74); 0.25,0.00,0.65)
S. D.	((0.62,0.78,0.88); 0.35,0.05,0.55)	((0.44,0.60,0.73); 0.25,0.00,0.65)	((0.58,0.73,0.84); 0.05,0.05,0.85)	((0.59,0.76,0.86); 0.35,0.00,0.55)	((0.49,0.67,0.81); 0.35,0.00,0.55)	((0.58,0.74,0.86); 0.25,0.00,0.65)	((0.54,0.68,0.78); 0.05,0.05,0.85)
Ş. H. M.	((0.46,0.62,0.74); 0.35,0.00,0.55)	((0.43,0.56,0.66); 0.05,0.00,0.85)	((0.48,0.61,0.71); 0.05,0.00,0.85)	((0.52,0.67,0.78); 0.05,0.00,0.85)	((0.51,0.67,0.79); 0.45,0.00,0.45)	((0.47,0.62,0.74); 0.35,0.00,0.55)	((0.51,0.64,0.73); 0.25,0.00,0.65)
G. K.	((0.47,0.61,0.72); 0.05,0.00,0.85)	((0.34,0.49,0.62); 0.25,0.00,0.65)	((0.43,0.56,0.66); 0.05,0.00,0.85)	((0.39,0.54,0.67); 0.05,0.00,0.85)	((0.46,0.64,0.78); 0.35,0.00,0.55)	((0.43,0.59,0.73); 0.35,0.00,0.55)	((0.41,0.54,0.65); 0.25,0.00,0.65)
B. A.	((0.50,0.64,0.76); 0.25,0.00,0.65)	((0.37,0.50,0.62); 0.05,0.00,0.85)	((0.43,0.54,0.63); 0.05,0.00,0.85)	((0.45,0.58,0.67); 0.05,0.00,0.85)	((0.46,0.61,0.72); 0.35,0.00,0.55)	((0.53,0.68,0.78); 0.35,0.00,0.55)	((0.50,0.63,0.72); 0.25,0.00,0.65)
E. K.	((0.45,0.61,0.72); 0.45,0.00,0.45)	((0.42,0.54,0.64); 0.05,0.00,0.85)	((0.44,0.57,0.65); 0.35,0.00,0.55)	((0.37,0.50,0.61); 0.05,0.00,0.85)	((0.52,0.68,0.80); 0.35,0.00,0.55)	((0.51,0.67,0.79); 0.35,0.00,0.55)	((0.48,0.61,0.71); 0.25,0.00,0.65)

EK 14. ÜBS Uzantılarıyla Oluşturulan R

Ek 14.1. ÜSBS ile oluşturulan R_{ÜS}

Alternatifler	Kriterler						
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği	Hijyen/ Temiz.
B. K.	((0.46,0.60,0.70); 0.10,0.85)	((0.38,0.53,0.66); 0.10,0.85)	((0.61,0.75,0.84); 0.30,0.60)	((0.53,0.68,0.77); 0.10,0.85)	((0.53,0.68,0.78); 0.10,0.85)	((0.51,0.67,0.77); 0.10,0.85)	((0.49,0.64,0.75); 0.10,0.85)
C. K.	((0.39,0.51,0.60); 0.10,0.85)	((0.29,0.40,0.51); 0.10,0.85)	((0.35,0.47,0.57); 0.10,0.85)	((0.38,0.51,0.60); 0.10,0.85)	((0.41,0.54,0.64); 0.10,0.85)	((0.41,0.54,0.64); 0.30,0.60)	((0.40,0.51,0.60); 0.10,0.85)
H. K.	((0.41,0.54,0.64); 0.10,0.85)	((0.37,0.52,0.65); 0.10,0.85)	((0.45,0.58,0.68); 0.10,0.85)	((0.41,0.55,0.68); 0.10,0.85)	((0.46,0.61,0.72); 0.30,0.60)	((0.46,0.61,0.72); 0.10,0.85)	((0.41,0.55,0.68); 0.10,0.85)
S. K.	((0.53,0.66,0.74); 0.10,0.85)	((0.32,0.44,0.56); 0.10,0.85)	((0.52,0.67,0.77); 0.10,0.85)	((0.53,0.67,0.76); 0.10,0.85)	((0.48,0.61,0.70); 0.10,0.85)	((0.51,0.65,0.74); 0.10,0.85)	((0.53,0.66,0.74); 0.10,0.85)
S. D.	((0.61,0.77,0.86); 0.10,0.85)	((0.43,0.59,0.72); 0.10,0.85)	((0.57,0.72,0.83); 0.10,0.85)	((0.58,0.74,0.85); 0.10,0.85)	((0.52,0.69,0.80); 0.10,0.85)	((0.58,0.74,0.84); 0.10,0.85)	((0.55,0.70,0.80); 0.10,0.85)
Ş. H. M.	((0.43,0.56,0.66); 0.10,0.85)	((0.37,0.50,0.61); 0.10,0.85)	((0.45,0.57,0.66); 0.10,0.85)	((0.45,0.58,0.68); 0.10,0.85)	((0.47,0.60,0.70); 0.30,0.60)	((0.45,0.58,0.68); 0.10,0.85)	((0.47,0.59,0.67); 0.30,0.60)
G. K.	((0.43,0.57,0.68); 0.10,0.85)	((0.35,0.50,0.62); 0.10,0.85)	((0.43,0.57,0.68); 0.10,0.85)	((0.41,0.55,0.66); 0.10,0.85)	((0.43,0.58,0.71); 0.10,0.85)	((0.40,0.55,0.67); 0.10,0.85)	((0.40,0.53,0.63); 0.10,0.85)
B. A.	((0.38,0.50,0.59); 0.10,0.85)	((0.32,0.44,0.55); 0.10,0.85)	((0.38,0.49,0.58); 0.10,0.85)	((0.38,0.49,0.57); 0.10,0.85)	((0.40,0.52,0.62); 0.10,0.85)	((0.41,0.53,0.62); 0.10,0.85)	((0.40,0.52,0.61); 0.10,0.85)
E. K.	((0.37,0.50,0.60); 0.10,0.85)	((0.37,0.50,0.60); 0.10,0.85)	((0.41,0.54,0.63); 0.10,0.85)	((0.35,0.47,0.57); 0.10,0.85)	((0.41,0.55,0.66); 0.10,0.85)	((0.42,0.56,0.66); 0.10,0.85)	((0.40,0.52,0.62); 0.10,0.85)

Ek 14.2. ÜNS ile oluşturulan $R_{ÜN}$

Alternatifler	Kriterler						
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği	Hijyen/ Temiz.
B. K.	((0.46,0.60,0.70); 0.10,0.90,0.85)	((0.38,0.53,0.66); 0.10,0.90,0.85)	((0.61,0.75,0.84); 0.30,0.70,0.60)	((0.53,0.68,0.77); 0.10,0.90,0.85)	((0.53,0.68,0.78); 0.10,0.90,0.85)	((0.51,0.67,0.77); 0.10,0.90,0.85)	((0.49,0.64,0.75); 0.10,0.90,0.85)
C. K.	((0.39,0.51,0.60); 0.10,0.90,0.85)	((0.29,0.40,0.51); 0.10,0.90,0.85)	((0.35,0.47,0.57); 0.10,0.90,0.85)	((0.38,0.51,0.60); 0.10,0.90,0.85)	((0.41,0.54,0.64); 0.10,0.90,0.85)	((0.41,0.54,0.64); 0.30,0.70,0.60)	((0.40,0.51,0.60); 0.10,0.90,0.85)
H. K.	((0.41,0.54,0.64); 0.10,0.90,0.85)	((0.37,0.52,0.65); 0.10,0.90,0.85)	((0.45,0.58,0.68); 0.10,0.90,0.85)	((0.41,0.55,0.68); 0.10,0.90,0.85)	((0.46,0.61,0.72); 0.30,0.70,0.60)	((0.46,0.61,0.72); 0.10,0.90,0.85)	((0.41,0.55,0.68); 0.10,0.90,0.85)
S. K.	((0.53,0.66,0.74); 0.10,0.90,0.85)	((0.32,0.44,0.56); 0.10,0.90,0.85)	((0.52,0.67,0.77); 0.10,0.90,0.85)	((0.53,0.67,0.76); 0.10,0.90,0.85)	((0.48,0.61,0.70); 0.10,0.90,0.85)	((0.51,0.65,0.74); 0.10,0.90,0.85)	((0.53,0.66,0.74); 0.10,0.90,0.85)
S. D.	((0.61,0.77,0.86); 0.10,0.90,0.85)	((0.43,0.59,0.72); 0.10,0.90,0.85)	((0.57,0.72,0.83); 0.10,0.90,0.85)	((0.58,0.74,0.85); 0.10,0.90,0.85)	((0.52,0.69,0.80); 0.10,0.90,0.85)	((0.58,0.74,0.84); 0.10,0.90,0.85)	((0.55,0.70,0.80); 0.10,0.90,0.85)
Ş. H. M.	((0.43,0.56,0.66); 0.10,0.90,0.85)	((0.37,0.50,0.61); 0.10,0.90,0.85)	((0.45,0.57,0.66); 0.10,0.90,0.85)	((0.45,0.58,0.68); 0.10,0.90,0.85)	((0.47,0.60,0.70); 0.30,0.70,0.60)	((0.45,0.58,0.68); 0.10,0.90,0.85)	((0.47,0.59,0.67); 0.30,0.70,0.60)
G. K.	((0.43,0.57,0.68); 0.10,0.90,0.85)	((0.35,0.50,0.62); 0.10,0.90,0.85)	((0.43,0.57,0.68); 0.10,0.90,0.85)	((0.41,0.55,0.66); 0.10,0.90,0.85)	((0.43,0.58,0.71); 0.10,0.90,0.85)	((0.40,0.55,0.67); 0.10,0.90,0.85)	((0.40,0.53,0.63); 0.10,0.90,0.85)
B. A.	((0.38,0.50,0.59); 0.10,0.90,0.85)	((0.32,0.44,0.55); 0.10,0.90,0.85)	((0.38,0.49,0.58); 0.10,0.90,0.85)	((0.38,0.49,0.57); 0.10,0.90,0.85)	((0.40,0.52,0.62); 0.10,0.90,0.85)	((0.41,0.53,0.62); 0.10,0.90,0.85)	((0.40,0.52,0.61); 0.10,0.90,0.85)
E. K.	((0.37,0.50,0.60); 0.10,0.90,0.85)	((0.37,0.50,0.60); 0.10,0.90,0.85)	((0.41,0.54,0.63); 0.10,0.90,0.85)	((0.35,0.47,0.57); 0.10,0.90,0.85)	((0.41,0.55,0.66); 0.10,0.90,0.85)	((0.42,0.56,0.66); 0.10,0.90,0.85)	((0.40,0.52,0.62); 0.10,0.90,0.85)

Ek 14.3. ÜTBS ile oluşturulan $R_{\text{ÜT}}$

Alternatifler	Kriterler						
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği	Hijyen/ Temiz.
B. K.	((0.46,0.60,0.70); 0.05,0.00,0.85)	((0.38,0.53,0.66); 0.05,0.00,0.85)	((0.61,0.75,0.84); 0.25,0.00,0.65)	((0.53,0.68,0.77); 0.05,0.00,0.85)	((0.53,0.68,0.78); 0.05,0.00,0.85)	((0.51,0.67,0.77); 0.05,0.00,0.85)	((0.49,0.64,0.75); 0.05,0.00,0.85)
C. K.	((0.39,0.51,0.60); 0.05,0.00,0.85)	((0.29,0.40,0.51); 0.05,0.00,0.85)	((0.35,0.47,0.57); 0.05,0.00,0.85)	((0.38,0.51,0.60); 0.05,0.00,0.85)	((0.41,0.54,0.64); 0.05,0.00,0.85)	((0.41,0.54,0.64); 0.25,0.00,0.65)	((0.40,0.51,0.60); 0.05,0.00,0.85)
H. K.	((0.41,0.54,0.64); 0.05,0.00,0.85)	((0.37,0.52,0.65); 0.05,0.00,0.85)	((0.45,0.58,0.68); 0.05,0.00,0.85)	((0.41,0.55,0.68); 0.05,0.00,0.85)	((0.46,0.61,0.72); 0.25,0.00,0.65)	((0.46,0.61,0.72); 0.05,0.00,0.85)	((0.41,0.55,0.68); 0.05,0.00,0.85)
S. K.	((0.53,0.66,0.74); 0.05,0.00,0.85)	((0.32,0.44,0.56); 0.05,0.00,0.85)	((0.52,0.67,0.77); 0.05,0.00,0.85)	((0.53,0.67,0.76); 0.05,0.00,0.85)	((0.48,0.61,0.70); 0.05,0.00,0.85)	((0.51,0.65,0.74); 0.05,0.00,0.85)	((0.53,0.66,0.74); 0.05,0.00,0.85)
S. D.	((0.61,0.77,0.86); 0.05,0.00,0.85)	((0.43,0.59,0.72); 0.05,0.00,0.85)	((0.57,0.72,0.83); 0.05,0.00,0.85)	((0.58,0.74,0.85); 0.05,0.00,0.85)	((0.52,0.69,0.80); 0.05,0.00,0.85)	((0.58,0.74,0.84); 0.05,0.00,0.85)	((0.55,0.70,0.80); 0.05,0.00,0.85)
Ş. H. M.	((0.43,0.56,0.66); 0.05,0.00,0.85)	((0.37,0.50,0.61); 0.05,0.00,0.85)	((0.45,0.57,0.66); 0.05,0.00,0.85)	((0.45,0.58,0.68); 0.05,0.00,0.85)	((0.47,0.60,0.70); 0.25,0.00,0.65)	((0.45,0.58,0.68); 0.05,0.00,0.85)	((0.47,0.59,0.67); 0.25,0.00,0.65)
G. K.	((0.43,0.57,0.68); 0.05,0.00,0.85)	((0.35,0.50,0.62); 0.05,0.00,0.85)	((0.43,0.57,0.68); 0.05,0.00,0.85)	((0.41,0.55,0.66); 0.05,0.00,0.85)	((0.43,0.58,0.71); 0.05,0.00,0.85)	((0.40,0.55,0.67); 0.05,0.00,0.85)	((0.40,0.53,0.63); 0.05,0.00,0.85)
B. A.	((0.38,0.50,0.59); 0.05,0.00,0.85)	((0.32,0.44,0.55); 0.05,0.00,0.85)	((0.38,0.49,0.58); 0.05,0.00,0.85)	((0.38,0.49,0.57); 0.05,0.00,0.85)	((0.40,0.52,0.62); 0.05,0.00,0.85)	((0.41,0.53,0.62); 0.05,0.00,0.85)	((0.40,0.52,0.61); 0.05,0.00,0.85)
E. K.	((0.37,0.50,0.60); 0.05,0.00,0.85)	((0.37,0.50,0.60); 0.05,0.00,0.85)	((0.41,0.54,0.63); 0.05,0.00,0.85)	((0.35,0.47,0.57); 0.05,0.00,0.85)	((0.41,0.55,0.66); 0.05,0.00,0.85)	((0.42,0.56,0.66); 0.05,0.00,0.85)	((0.40,0.52,0.62); 0.05,0.00,0.85)

EK 15. ÜBS Uzantılarıyla Oluşturulan H

EK 15.1. ÜSBS ile oluşturulan H_{ÜS}

Alternatifler	Kriterler						
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği	Hijyen/ Temiz.
B. K.	((0.54,0.70,0.82); 0.10,0.85)	((0.53,0.73,0.90); 0.10,0.85)	((0.73,0.90,1.00); 0.30,0.60)	((0.62,0.80,0.91); 0.10,0.85)	((0.66,0.85,0.97); 0.10,0.85)	((0.61,0.79,0.92); 0.10,0.85)	((0.62,0.80,0.94); 0.10,0.85)
C. K.	((0.45,0.59,0.69); 0.10,0.85)	((0.39,0.56,0.71); 0.10,0.85)	((0.42,0.56,0.68); 0.10,0.85)	((0.44,0.60,0.71); 0.10,0.85)	((0.51,0.67,0.79); 0.10,0.85)	((0.49,0.64,0.76); 0.30,0.60)	((0.50,0.64,0.76); 0.10,0.85)
H. K.	((0.47,0.63,0.75); 0.10,0.85)	((0.51,0.71,.89); 0.10,0.85)	((0.53,0.69,0.82); 0.10,0.85)	((0.48,0.65,0.80); 0.10,0.85)	((0.57,0.75,0.89); 0.30,0.60)	((0.54,0.72,0.85); 0.10,0.85)	((0.52,0.69,0.85); 0.10,0.85)
S. K.	((0.62,0.77,0.86); 0.10,0.85)	((0.44,0.60,0.77); 0.10,0.85)	((0.62,0.80,0.92); 0.10,0.85)	((0.63,0.79,0.90); 0.10,0.85)	((0.59,0.76,0.87); 0.10,0.85)	((0.61,0.77,0.88); 0.10,0.85)	((0.66,0.82,0.93); 0.10,0.85)
S. D.	((0.71,0.89,1.00); 0.10,0.85)	((0.59,0.81,1.00); 0.10,0.85)	((0.68,0.87,1.00); 0.10,0.85)	((0.69,0.88,1.00); 0.10,0.85)	((0.64,0.85,1.00); 0.10,0.85)	((0.69,0.88,1.00); 0.10,0.85)	((0.69,0.87,1.00); 0.10,0.85)
Ş. H. M.	((0.50,0.65,0.77); 0.10,0.85)	((0.52,0.69,0.84); 0.10,0.85)	((0.53,0.68,0.79); 0.10,0.85)	((0.53,0.69,0.80); 0.10,0.85)	((0.58,0.75,0.86); 0.30,0.60)	((0.53,0.69,0.80); 0.10,0.85)	((0.58,0.74,0.84); 0.30,0.60)
G. K.	((0.50,0.66,0.79); 0.10,0.85)	((0.49,0.68,0.86); 0.10,0.85)	((0.52,0.68,0.81); 0.10,0.85)	((0.49,0.65,0.78); 0.10,0.85)	((0.54,0.73,0.88); 0.10,0.85)	((0.48,0.65,0.80); 0.10,0.85)	((0.50,0.66,0.79); 0.10,0.85)
B. A.	((0.44,0.58,0.69); 0.10,0.85)	((0.44,0.61,0.76); 0.10,0.85)	((0.45,0.59,0.69); 0.10,0.85)	((0.45,0.58,0.68); 0.10,0.85)	((0.49,0.65,0.77); 0.10,0.85)	((0.48,0.63,0.74); 0.10,0.85)	((0.51,0.66,0.77); 0.10,0.85)
E. K.	((0.43,0.58,0.70); 0.10,0.85)	((0.51,0.69,0.83); 0.10,0.85)	((0.50,0.65,0.76); 0.10,0.85)	((0.41,0.55,0.68); 0.10,0.85)	((0.51,0.69,0.82); 0.10,0.85)	((0.50,0.66,0.79); 0.10,0.85)	((0.50,0.66,0.78); 0.10,0.85)

Ek 15.2. ÜNS ile oluşturulan $H_{ÜN}$

Alternatifler	Kriterler						
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği	Hijyen/ Temiz.
B. K.	((0.54,0.70,0.82); 0.10,0.90,0.85)	((0.53,0.73,0.90); 0.10,0.90,0.85)	((0.73,0.90,1.00); 0.30,0.70,0.60)	((0.62,0.80,0.91); 0.10,0.90,0.85)	((0.66,0.85,0.97); 0.10,0.90,0.85)	((0.61,0.79,0.92); 0.10,0.90,0.85)	((0.62,0.80,0.94); 0.10,0.90,0.85)
C. K.	((0.45,0.59,0.69); 0.10,0.90,0.85)	((0.39,0.56,0.71); 0.10,0.90,0.85)	((0.42,0.56,0.68); 0.10,0.90,0.85)	((0.44,0.60,0.71); 0.10,0.90,0.85)	((0.51,0.67,0.79); 0.10,0.90,0.85)	((0.49,0.64,0.76); 0.30,0.70,0.60)	((0.50,0.64,0.76); 0.10,0.90,0.85)
H. K.	((0.47,0.63,0.75); 0.10,0.90,0.85)	((0.51,0.71,0.89); 0.10,0.90,0.85)	((0.53,0.69,0.82); 0.10,0.90,0.85)	((0.48,0.65,0.80); 0.10,0.90,0.85)	((0.57,0.75,0.89); 0.30,0.70,0.60)	((0.54,0.72,0.85); 0.10,0.90,0.85)	((0.52,0.69,0.85); 0.10,0.90,0.85)
S. K.	((0.62,0.77,0.86); 0.10,0.90,0.85)	((0.44,0.60,0.77); 0.10,0.90,0.85)	((0.62,0.80,0.92); 0.10,0.90,0.85)	((0.63,0.79,0.90); 0.10,0.90,0.85)	((0.59,0.76,0.87); 0.10,0.90,0.85)	((0.61,0.77,0.88); 0.10,0.90,0.85)	((0.66,0.82,0.93); 0.10,0.90,0.85)
S. D.	((0.71,0.89,1.00); 0.10,0.90,0.85)	((0.59,0.81,1.00); 0.10,0.90,0.85)	((0.68,0.87,1.00); 0.10,0.90,0.85)	((0.69,0.88,1.00); 0.10,0.90,0.85)	((0.64,0.85,1.00); 0.10,0.90,0.85)	((0.69,0.88,1.00); 0.10,0.90,0.85)	((0.69,0.87,1.00); 0.10,0.90,0.85)
Ş. H. M.	((0.50,0.65,0.77); 0.10,0.90,0.85)	((0.52,0.69,0.84); 0.10,0.90,0.85)	((0.53,0.68,0.79); 0.10,0.90,0.85)	((0.53,0.69,0.80); 0.10,0.90,0.85)	((0.58,0.75,0.86); 0.30,0.70,0.60)	((0.53,0.69,0.80); 0.10,0.90,0.85)	((0.58,0.74,0.84); 0.30,0.70,0.60)
G. K.	((0.50,0.66,0.79); 0.10,0.90,0.85)	((0.49,0.68,0.86); 0.10,0.90,0.85)	((0.52,0.68,0.81); 0.10,0.90,0.85)	((0.49,0.65,0.78); 0.10,0.90,0.85)	((0.54,0.73,0.88); 0.10,0.90,0.85)	((0.48,0.65,0.80); 0.10,0.90,0.85)	((0.50,0.66,0.79); 0.10,0.90,0.85)
B. A.	((0.44,0.58,0.69); 0.10,0.90,0.85)	((0.44,0.61,0.76); 0.10,0.90,0.85)	((0.45,0.59,0.69); 0.10,0.90,0.85)	((0.45,0.58,0.68); 0.10,0.90,0.85)	((0.49,0.65,0.77); 0.10,0.90,0.85)	((0.48,0.63,0.74); 0.10,0.90,0.85)	((0.51,0.66,0.77); 0.10,0.90,0.85)
E. K.	((0.43,0.58,0.70); 0.10,0.90,0.85)	((0.51,0.69,0.83); 0.10,0.90,0.85)	((0.50,0.65,0.76); 0.10,0.90,0.85)	((0.41,0.55,0.68); 0.10,0.90,0.85)	((0.51,0.69,0.82); 0.10,0.90,0.85)	((0.50,0.66,0.79); 0.10,0.90,0.85)	((0.50,0.66,0.78); 0.10,0.90,0.85)

Ek 15.3. ÜTBS ile oluşturulan H_{UT}

Alternatifler	Kriterler						
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği	Hijyen/ Temiz.
B. K.	((0.54,0.70,0.82); 0.05,0.00,0.85)	((0.53,0.73,0.90); 0.05,0.00,0.85)	((0.73,0.90,1.00); 0.25,0.00,0.65)	((0.62,0.80,0.91); 0.05,0.00,0.85)	((0.66,0.85,0.97); 0.05,0.00,0.85)	((0.61,0.79,0.92); 0.05,0.00,0.85)	((0.62,0.80,0.94); 0.05,0.00,0.85)
C. K.	((0.45,0.59,0.69); 0.05,0.00,0.85)	((0.39,0.56,0.71); 0.05,0.00,0.85)	((0.42,0.56,0.68); 0.05,0.00,0.85)	((0.44,0.60,0.71); 0.05,0.00,0.85)	((0.51,0.67,0.79); 0.05,0.00,0.85)	((0.49,0.64,0.76); 0.25,0.00,0.65)	((0.50,0.64,0.76); 0.05,0.00,0.85)
H. K.	((0.47,0.63,0.75); 0.05,0.00,0.85)	((0.51,0.71,0.89); 0.05,0.00,0.85)	((0.53,0.69,0.82); 0.05,0.00,0.85)	((0.48,0.65,0.80); 0.05,0.00,0.85)	((0.57,0.75,0.89); 0.25,0.00,0.65)	((0.54,0.72,0.85); 0.05,0.00,0.85)	((0.52,0.69,0.85); 0.05,0.00,0.85)
S. K.	((0.62,0.77,0.86); 0.05,0.00,0.85)	((0.44,0.60,0.77); 0.05,0.00,0.85)	((0.62,0.80,0.92); 0.05,0.00,0.85)	((0.63,0.79,0.90); 0.05,0.00,0.85)	((0.59,0.76,0.87); 0.05,0.00,0.85)	((0.61,0.77,0.88); 0.05,0.00,0.85)	((0.66,0.82,0.93); 0.05,0.00,0.85)
S. D.	((0.71,0.89,1.00); 0.05,0.00,0.85)	((0.59,0.81,1.00); 0.05,0.00,0.85)	((0.68,0.87,1.00); 0.05,0.00,0.85)	((0.69,0.88,1.00); 0.05,0.00,0.85)	((0.64,0.85,1.00); 0.05,0.00,0.85)	((0.69,0.88,1.00); 0.05,0.00,0.85)	((0.69,0.87,1.00); 0.05,0.00,0.85)
Ş. H. M.	((0.50,0.65,0.77); 0.05,0.00,0.85)	((0.52,0.69,0.84); 0.05,0.00,0.85)	((0.53,0.68,0.79); 0.05,0.00,0.85)	((0.53,0.69,0.80); 0.05,0.00,0.85)	((0.58,0.75,0.86); 0.25,0.00,0.65)	((0.53,0.69,0.80); 0.05,0.00,0.85)	((0.58,0.74,0.84); 0.25,0.00,0.65)
G. K.	((0.50,0.66,0.79); 0.05,0.00,0.85)	((0.49,0.68,0.86); 0.05,0.00,0.85)	((0.52,0.68,0.81); 0.05,0.00,0.85)	((0.49,0.65,0.78); 0.05,0.00,0.85)	((0.54,0.73,0.88); 0.05,0.00,0.85)	((0.48,0.65,0.80); 0.05,0.00,0.85)	((0.50,0.66,0.79); 0.05,0.00,0.85)
B. A.	((0.44,0.58,0.69); 0.05,0.00,0.85)	((0.44,0.61,0.76); 0.05,0.00,0.85)	((0.45,0.59,0.69); 0.05,0.00,0.85)	((0.45,0.58,0.68); 0.05,0.00,0.85)	((0.49,0.65,0.77); 0.05,0.00,0.85)	((0.48,0.63,0.74); 0.05,0.00,0.85)	((0.51,0.66,0.77); 0.05,0.00,0.85)
E. K.	((0.43,0.58,0.70); 0.05,0.00,0.85)	((0.51,0.69,0.83); 0.05,0.00,0.85)	((0.50,0.65,0.76); 0.05,0.00,0.85)	((0.41,0.55,0.68); 0.05,0.00,0.85)	((0.51,0.69,0.82); 0.05,0.00,0.85)	((0.50,0.66,0.79); 0.05,0.00,0.85)	((0.50,0.66,0.78); 0.05,0.00,0.85)

EK 16. ÜBS Uzantılarıyla Oluşturulan R' Ek 16.1. ÜBS ile oluşturulan $R'_{ÜS}$

Alternatifler	Kriterler						
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği	Hijyen/ Temiz.
B. K.	((0.09,0.12,0.14); 0.10,0.85)	((0.08,0.10,0.13); 0.10,0.85)	((0.12,0.14,0.16); 0.30,0.60)	((0.07,0.09,0.10); 0.10,0.85)	((0.08,0.11,0.12); 0.10,0.85)	((0.06,0.07,0.09); 0.10,0.85)	((0.12,0.15,0.18); 0.10,0.85)
C. K.	((0.08,0.10,0.12); 0.10,0.85)	((0.06,0.08,0.10); 0.10,0.85)	((0.07,0.09,0.11); 0.10,0.85)	((0.05,0.07,0.08); 0.10,0.85)	((0.06,0.08,0.10); 0.10,0.85)	((0.05,0.06,0.07); 0.30,0.60)	((0.10,0.12,0.15); 0.10,0.85)
H. K.	((0.08,0.11,0.13); 0.10,0.85)	((0.07,0.10,0.13); 0.10,0.85)	((0.08,0.11,0.13); 0.10,0.85)	((0.05,0.07,0.09); 0.10,0.85)	((0.07,0.09,0.11); 0.30,0.60)	((0.05,0.07,0.08); 0.10,0.85)	((0.10,0.13,0.16); 0.10,0.85)
S. K.	((0.11,0.14,0.15); 0.10,0.85)	((0.06,0.09,0.11); 0.10,0.85)	((0.10,0.13,0.15); 0.10,0.85)	((0.07,0.09,0.10); 0.10,0.85)	((0.07,0.10,0.11); 0.10,0.85)	((0.06,0.07,0.08); 0.10,0.85)	((0.13,0.16,0.18); 0.10,0.85)
S. D.	((0.13,0.16,0.18); 0.10,0.85)	((0.08,0.12,0.14); 0.10,0.85)	((0.11,0.14,0.16); 0.10,0.85)	((0.08,0.10,0.11); 0.10,0.85)	((0.08,0.11,0.13); 0.10,0.85)	((0.06,0.08,0.09); 0.10,0.85)	((0.13,0.17,0.19); 0.10,0.85)
Ş. H. M.	((0.09,0.12,0.14); 0.10,0.85)	((0.07,0.10,0.12); 0.10,0.85)	((0.08,0.11,0.13); 0.10,0.85)	((0.06,0.08,0.09); 0.10,0.85)	((0.07,0.09,0.11); 0.30,0.60)	((0.05,0.06,0.07); 0.10,0.85)	((0.11,0.14,0.16); 0.30,0.60)
G. K.	((0.09,0.12,0.14); 0.10,0.85)	((0.07,0.10,0.12); 0.10,0.85)	((0.08,0.11,0.13); 0.10,0.85)	((0.05,0.07,0.09); 0.10,0.85)	((0.07,0.09,0.11); 0.10,0.85)	((0.04,0.06,0.07); 0.10,0.85)	((0.10,0.13,0.15); 0.10,0.85)
B. A.	((0.08,0.10,0.12); 0.10,0.85)	((0.06,0.09,0.11); 0.10,0.85)	((0.07,0.09,0.11); 0.10,0.85)	((0.05,0.06,0.07); 0.10,0.85)	((0.06,0.08,0.10); 0.10,0.85)	((0.04,0.06,0.07); 0.10,0.85)	((0.10,0.13,0.15); 0.10,0.85)
E. K.	((0.08,0.10,0.12); 0.10,0.85)	((0.07,0.10,0.12); 0.10,0.85)	((0.08,0.10,0.12); 0.10,0.85)	((0.04,0.06,0.07); 0.10,0.85)	((0.06,0.09,0.10); 0.10,0.85)	((0.05,0.06,0.07); 0.10,0.85)	((0.10,0.13,0.15); 0.10,0.85)

Ek 16.2. ÜNS ile oluşturulan R'_{UN}

Alternatifler	Kriterler						
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği	Hijyen/ Temiz.
B. K.	((0.09,0.12,0.14); 0.10,0.90,0.85)	((0.08,0.10,0.13); 0.10,0.90,0.85)	((0.12,0.14,0.16); 0.30,0.70,0.60)	((0.07,0.09,0.10); 0.10,0.90,0.85)	((0.08,0.11,0.12); 0.10,0.90,0.85)	((0.06,0.07,0.09); 0.10,0.90,0.85)	((0.12,0.15,0.18); 0.10,0.90,0.85)
C. K.	((0.08,0.10,0.12); 0.10,0.90,0.85)	((0.06,0.08,0.10); 0.10,0.90,0.85)	((0.07,0.09,0.11); 0.10,0.90,0.85)	((0.05,0.07,0.08); 0.10,0.90,0.85)	((0.06,0.08,0.10); 0.10,0.90,0.85)	((0.05,0.06,0.07); 0.30,0.70,0.60)	((0.10,0.12,0.15); 0.10,0.90,0.85)
H. K.	((0.08,0.11,0.13); 0.10,0.90,0.85)	((0.07,0.10,0.13); 0.10,0.90,0.85)	((0.08,0.11,0.13); 0.10,0.90,0.85)	((0.05,0.07,0.09); 0.10,0.90,0.85)	((0.07,0.09,0.11); 0.30,0.70,0.60)	((0.05,0.07,0.08); 0.10,0.90,0.85)	((0.10,0.13,0.16); 0.10,0.90,0.85)
S. K.	((0.11,0.14,0.15); 0.10,0.90,0.85)	((0.06,0.09,0.11); 0.10,0.90,0.85)	((0.10,0.13,0.15); 0.10,0.90,0.85)	((0.07,0.09,0.10); 0.10,0.90,0.85)	((0.07,0.10,0.11); 0.10,0.90,0.85)	((0.06,0.07,0.08); 0.10,0.90,0.85)	((0.13,0.16,0.18); 0.10,0.90,0.85)
S. D.	((0.13,0.16,0.18); 0.10,0.90,0.85)	((0.08,0.12,0.14); 0.10,0.90,0.85)	((0.11,0.14,0.16); 0.10,0.90,0.85)	((0.08,0.10,0.11); 0.10,0.90,0.85)	((0.08,0.11,0.13); 0.10,0.90,0.85)	((0.06,0.08,0.09); 0.10,0.90,0.85)	((0.13,0.17,0.19); 0.10,0.90,0.85)
Ş. H. M.	((0.09,0.12,0.14); 0.10,0.90,0.85)	((0.07,0.10,0.12); 0.10,0.90,0.85)	((0.08,0.11,0.13); 0.10,0.90,0.85)	((0.06,0.08,0.09); 0.10,0.90,0.85)	((0.07,0.09,0.11); 0.30,0.70,0.60)	((0.05,0.06,0.07); 0.10,0.90,0.85)	((0.11,0.14,0.16); 0.30,0.70,0.60)
G. K.	((0.09,0.12,0.14); 0.10,0.90,0.85)	((0.07,0.10,0.12); 0.10,0.90,0.85)	((0.08,0.11,0.13); 0.10,0.90,0.85)	((0.05,0.07,0.09); 0.10,0.90,0.85)	((0.07,0.09,0.11); 0.10,0.90,0.85)	((0.04,0.06,0.07); 0.10,0.90,0.85)	((0.10,0.13,0.15); 0.10,0.90,0.85)
B. A.	((0.08,0.10,0.12); 0.10,0.90,0.85)	((0.06,0.09,0.11); 0.10,0.90,0.85)	((0.07,0.09,0.11); 0.10,0.90,0.85)	((0.05,0.06,0.07); 0.10,0.90,0.85)	((0.06,0.08,0.10); 0.10,0.90,0.85)	((0.04,0.06,0.07); 0.10,0.90,0.85)	((0.10,0.13,0.15); 0.10,0.90,0.85)
E. K.	((0.08,0.10,0.12); 0.10,0.90,0.85)	((0.07,0.10,0.12); 0.10,0.90,0.85)	((0.08,0.10,0.12); 0.10,0.90,0.85)	((0.04,0.06,0.07); 0.10,0.90,0.85)	((0.06,0.09,0.10); 0.10,0.90,0.85)	((0.05,0.06,0.07); 0.10,0.90,0.85)	((0.10,0.13,0.15); 0.10,0.90,0.85)

Ek 16.3. ÜTBS ile oluşturulan $R'_{\text{ÜT}}$

Alternatifler	Kriterler						
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği	Hijyen/ Temiz.
B. K.	((0.09,0.12,0.14); 0.05,0.00,0.85)	((0.08,0.10,0.13); 0.05,0.00,0.85)	((0.12,0.14,0.16); 0.25,0.00,0.65)	((0.07,0.09,0.10); 0.05,0.00,0.85)	((0.08,0.11,0.12); 0.05,0.00,0.85)	((0.06,0.07,0.09); 0.05,0.00,0.85)	((0.12,0.15,0.18); 0.05,0.00,0.85)
C. K.	((0.08,0.10,0.12); 0.05,0.00,0.85)	((0.06,0.08,0.10); 0.05,0.00,0.85)	((0.07,0.09,0.11); 0.05,0.00,0.85)	((0.05,0.07,0.08); 0.05,0.00,0.85)	((0.06,0.08,0.10); 0.05,0.00,0.85)	((0.05,0.06,0.07); 0.25,0.00,0.65)	((0.10,0.12,0.15); 0.05,0.00,0.85)
H. K.	((0.08,0.11,0.13); 0.05,0.00,0.85)	((0.07,0.10,0.13); 0.05,0.00,0.85)	((0.08,0.11,0.13); 0.05,0.00,0.85)	((0.05,0.07,0.09); 0.05,0.00,0.85)	((0.07,0.09,0.11); 0.25,0.00,0.65)	((0.05,0.07,0.08); 0.05,0.00,0.85)	((0.10,0.13,0.16); 0.05,0.00,0.85)
S. K.	((0.11,0.14,0.15); 0.05,0.00,0.85)	((0.06,0.09,0.11); 0.05,0.00,0.85)	((0.10,0.13,0.15); 0.05,0.00,0.85)	((0.07,0.09,0.10); 0.05,0.00,0.85)	((0.07,0.10,0.11); 0.05,0.00,0.85)	((0.06,0.07,0.08); 0.05,0.00,0.85)	((0.13,0.16,0.18); 0.05,0.00,0.85)
S. D.	((0.13,0.16,0.18); 0.05,0.00,0.85)	((0.08,0.12,0.14); 0.05,0.00,0.85)	((0.11,0.14,0.16); 0.05,0.00,0.85)	((0.08,0.10,0.11); 0.05,0.00,0.85)	((0.08,0.11,0.13); 0.05,0.00,0.85)	((0.06,0.08,0.09); 0.05,0.00,0.85)	((0.13,0.17,0.19); 0.05,0.00,0.85)
Ş. H. M.	((0.09,0.12,0.14); 0.05,0.00,0.85)	((0.07,0.10,0.12); 0.05,0.00,0.85)	((0.08,0.11,0.13); 0.05,0.00,0.85)	((0.06,0.08,0.09); 0.05,0.00,0.85)	((0.07,0.09,0.11); 0.25,0.00,0.65)	((0.05,0.06,0.07); 0.05,0.00,0.85)	((0.11,0.14,0.16); 0.25,0.00,0.65)
G. K.	((0.09,0.12,0.14); 0.05,0.00,0.85)	((0.07,0.10,0.12); 0.05,0.00,0.85)	((0.08,0.11,0.13); 0.05,0.00,0.85)	((0.05,0.07,0.09); 0.05,0.00,0.85)	((0.07,0.09,0.11); 0.05,0.00,0.85)	((0.04,0.06,0.07); 0.05,0.00,0.85)	((0.10,0.13,0.15); 0.05,0.00,0.85)
B. A.	((0.08,0.10,0.12); 0.05,0.00,0.85)	((0.06,0.09,0.11); 0.05,0.00,0.85)	((0.07,0.09,0.11); 0.05,0.00,0.85)	((0.05,0.06,0.07); 0.05,0.00,0.85)	((0.06,0.08,0.10); 0.05,0.00,0.85)	((0.04,0.06,0.07); 0.05,0.00,0.85)	((0.10,0.13,0.15); 0.05,0.00,0.85)
E. K.	((0.08,0.10,0.12); 0.05,0.00,0.85)	((0.07,0.10,0.12); 0.05,0.00,0.85)	((0.08,0.10,0.12); 0.05,0.00,0.85)	((0.04,0.06,0.07); 0.05,0.00,0.85)	((0.06,0.09,0.10); 0.05,0.00,0.85)	((0.05,0.06,0.07); 0.05,0.00,0.85)	((0.10,0.13,0.15); 0.05,0.00,0.85)

EK 17. ÜBS Uzañtılıyyla Oluşturulan R' nin $d(A^+, r'_{ij})$ değerleri

Ek 17.1. ÜSBS ile oluşturulan $R'_{ÜS}$ nin $d(A^+, r'_{ij})$ değerleri

Alternatifler	Kriterler					
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği
B. K.	0,984938547	0,987131883	0,951217513	0,989324054	0,986974575	0,991021102
C. K.	0,987313912	0,990101733	0,989005358	0,991968708	0,989624399	0,979445698
H. K.	0,986466394	0,987392109	0,986428624	0,991116145	0,967445937	0,991816123
S. K.	0,983502886	0,989222925	0,984439645	0,989397346	0,98833092	0,991227675
S. D.	0,980918088	0,985724696	0,983149828	0,988250726	0,986896124	0,990066298
Ş. H. M.	0,985915428	0,987803657	0,986733265	0,990761632	0,967719804	0,99214964
G. K.	0,985694729	0,987889411	0,986704141	0,991238302	0,988776332	0,992515685
B. A.	0,987483513	0,989208318	0,988573763	0,9921714	0,989982027	0,992836463
E. K.	0,987489854	0,98786015	0,987428179	0,992493116	0,989412638	0,992468231

Ek 17.2. ÜNS ile oluşturulan $R'_{ÜN}$ nin $d(A^+, r'_{ij})$ değerleri

Alternatifler	Kriterler					
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği
B. K.	0,739456983	0,740992318	0,715155367	0,742526638	0,740882202	0,743714771
C. K.	0,741119739	0,743071213	0,74230375	0,744378096	0,742737079	0,735318356
H. K.	0,740526476	0,741174477	0,740500037	0,743781301	0,726747098	0,744271286
S. K.	0,73845202	0,742456048	0,739107751	0,742578142	0,741831644	0,743859372
S. D.	0,736642661	0,740007287	0,738204879	0,741775508	0,740827287	0,743046408
Ş. H. M.	0,7401408	0,74146256	0,740713286	0,743533142	0,726942717	0,744504748
G. K.	0,73998631	0,741522587	0,740692898	0,743866812	0,742143433	0,74476098
B. A.	0,741238459	0,742445823	0,742001634	0,744519984	0,742987419	0,744985524
E. K.	0,741242898	0,741502105	0,741199726	0,744745182	0,742588847	0,744727762

Ek 17.3. ÜTBBS ile oluşturulan $R'_{ÜT}$ 'nin $d(A^+, r'_{ij})$ değerleri

Alternatifler	Kriterler						
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği	Hijyen/ Temiz.
B. K.	0,987950837	0,989705507	0,95818644	0,991459244	0,98957966	0,992816881	0,984936275
C. K.	0,98985113	0,992081387	0,991204286	0,993574966	0,991699519	0,982382027	0,987858832
H. K.	0,989173115	0,989913688	0,989142899	0,992892916	0,972096517	0,993452899	0,986841637
S. K.	0,986802308	0,99137834	0,987551716	0,991517877	0,990664736	0,99298214	0,984571511
S. D.	0,98473447	0,988579757	0,986519862	0,990600581	0,989516899	0,992053038	0,983586182
Ş. H. M.	0,988732343	0,990242926	0,989386612	0,992609305	0,972331261	0,993719712	0,958479627
G. K.	0,988555783	0,990311529	0,989363313	0,992990642	0,991021066	0,994012548	0,987534615
B. A.	0,989986811	0,991366654	0,99085901	0,993737125	0,991985622	0,99426917	0,987637263
E. K.	0,989991883	0,99028812	0,989942544	0,993994493	0,99153011	0,993974585	0,987628134

Ek 18. ÜBS Uzantılarıyla Oluşturulan R' 'nin $d(A^-, r'_{ij})$ değerleri

Ek 18.1. ÜBS ile oluşturulan $R'_{ÜS}$ 'nin $d(A^-, r'_{ij})$ değerleri

Alternatifler	Kriterler						
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği	Hijyen/ Temiz.
B. K.	0,117479335	0,10037131	0,132409607	0,083272375	0,101598316	0,070035406	0,146871316
C. K.	0,098951484	0,077206479	0,08575821	0,062644077	0,080929688	0,055790247	0,118376387
H. K.	0,105562126	0,098341546	0,105856731	0,06929407	0,088361029	0,063834239	0,128294039
S. K.	0,128677493	0,084061183	0,121370772	0,082700699	0,091018823	0,068424137	0,150427765
S. D.	0,148838916	0,111347368	0,131431345	0,09164434	0,102210235	0,077482879	0,160034723
Ş. H. M.	0,109859658	0,095131472	0,103480532	0,072059273	0,087617674	0,061232808	0,131481181
G. K.	0,111581113	0,094462596	0,103707703	0,068341243	0,087544609	0,058377654	0,121537501
B. A.	0,097628596	0,084175119	0,089124651	0,061063032	0,078140186	0,05587559	0,120536687
E. K.	0,09757914	0,094690828	0,0980602	0,058553691	0,082581424	0,058747796	0,120625697

Ek 18.2. ÜNS ile oluşturulan $R'_{ÜN}$ 'nin $d(A^-, r'_{ij})$ değerleri

Alternatifler	Kriterler						
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği	Hijyen/ Temiz.
B. K.	0,010543017	0,009007682	0,034844633	0,007473162	0,009117798	0,006285229	0,013180759
C. K.	0,008880261	0,006928787	0,00769625	0,005621904	0,007262921	0,014681644	0,010623522
H. K.	0,009473524	0,008825523	0,009499963	0,006218699	0,023252902	0,005728714	0,011513568
S. K.	0,01154798	0,007543952	0,010892249	0,007421858	0,008168356	0,006140628	0,013499928
S. D.	0,013357339	0,009992713	0,011795121	0,008224492	0,009172713	0,006953592	0,01436209
Ş. H. M.	0,0098592	0,00853744	0,009286714	0,006466858	0,023057283	0,005495252	0,034600311
G. K.	0,01001369	0,008477413	0,009307102	0,006133188	0,007856567	0,00523902	0,010907212
B. A.	0,008761541	0,007554177	0,007998366	0,005480016	0,007012581	0,005014476	0,010817395
E. K.	0,008757102	0,008497895	0,008800274	0,005254818	0,007411153	0,005272238	0,010825383

Ek 18.3. ÜTBS ile oluşturulan $R'_{ÜT}$ 'nin $d(A^-, r'_{ij})$ değerleri

Alternatifler	Kriterler						
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği	Hijyen/ Temiz.
B. K.	0,012049163	0,010294493	0,04181356	0,008540756	0,01042034	0,007183119	0,015063725
C. K.	0,01014887	0,007918613	0,008795714	0,006425034	0,008300481	0,017617973	0,012141168
H. K.	0,010826885	0,010086312	0,010857101	0,007107084	0,027903483	0,006547101	0,013158363
S. K.	0,013197692	0,00862166	0,012448284	0,008482123	0,009335264	0,00701786	0,015428489
S. D.	0,01526553	0,011420243	0,013480138	0,009399419	0,010483101	0,007946962	0,016413818
Ş. H. M.	0,011267657	0,009757074	0,010613388	0,007390695	0,027668739	0,006280288	0,041520373
G. K.	0,011444217	0,009688471	0,010636687	0,007009358	0,008978934	0,005987452	0,012465385
B. A.	0,010013189	0,008633346	0,00914099	0,006262875	0,008014378	0,00573083	0,012362737
E. K.	0,010008117	0,00971188	0,010057456	0,006005507	0,00846989	0,006025415	0,012371866

EK 19. ÜBS Uzañtılarıyla Oluşturulan H' 'nin $d(A^+, h_{ij})$ değerleri

Ek 19.1. ÜSBS ile oluşturulan $H_{ÜS}$ 'nin $d(A^+, h_{ij})$ değerleri

Alternatifler	Kriterler					
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği
B. K.	0,914423561	0,91001317	0,693191907	0,90294595	0,89662361	0,903452708
C. K.	0,927919956	0,930781353	0,930851307	0,926988255	0,917653396	0,778986004
H. K.	0,923104512	0,911832933	0,914645435	0,919237681	0,741634418	0,912001325
S. K.	0,906266395	0,924635841	0,90213613	0,903612239	0,907388255	0,905673922
S. D.	0,891580044	0,900172702	0,894024073	0,893188415	0,896000982	0,893185995
Ş. H. M.	0,919974026	0,914710891	0,916561416	0,916014834	0,74380797	0,915587527
G. K.	0,918720052	0,915310564	0,916378243	0,920348201	0,910923271	0,919523499
B. A.	0,928883598	0,924533692	0,928136873	0,928830965	0,920492282	0,922972718
E. K.	0,928919624	0,915105945	0,920931946	0,931755604	0,915973317	0,919013239

Ek 19.2. ÜNS ile oluşturulan $H_{ÜN}$ 'nin $d(A^+, h_{ij})$ değerleri

Alternatifler	Kriterler					
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği
B. K.	0,690096493	0,687009219	0,530851362	0,682062165	0,677636527	0,682416896
C. K.	0,699543969	0,701546947	0,701595915	0,698891778	0,692357772	0,59213286
H. K.	0,696173158	0,688283053	0,690251805	0,693466377	0,565453156	0,688400928
S. K.	0,684386477	0,697245089	0,681495291	0,682528567	0,685171778	0,683971745
S. D.	0,674106031	0,680120891	0,675816851	0,675231891	0,677200688	0,675230196
Ş. H. M.	0,6933981818	0,690297624	0,691592991	0,691210384	0,567005693	0,690911269
G. K.	0,693104036	0,690717395	0,69146477	0,694243741	0,68764629	0,693666449
B. A.	0,700218519	0,697173585	0,699695811	0,700181676	0,694344597	0,696080903
E. K.	0,700243737	0,690574162	0,694652362	0,702228923	0,691181322	0,693309268

Ek 19.3. ÜTBS ile oluşturulan $H_{\bar{U}T}$ 'nin $d(A^+, h_{ij})$ değerleri

Alternatifler	Kriterler					
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği
B. K.	0,931538849	0,928010536	0,737021634	0,92235676	0,917298888	0,922762166
C. K.	0,942335965	0,944625082	0,944681045	0,941590604	0,934123168	0,810559432
H. K.	0,93848361	0,929466347	0,931716348	0,935390145	0,778543787	0,92960106
S. K.	0,925013116	0,939708673	0,921708904	0,922889791	0,925910604	0,924539137
S. D.	0,913264035	0,920138161	0,915219258	0,914550732	0,916800786	0,914548796
Ş. H. M.	0,93597922	0,931768713	0,933249133	0,932811867	0,780406832	0,932470022
G. K.	0,934976042	0,932248452	0,933102594	0,936278561	0,928738617	0,935618799
B. A.	0,943106879	0,939626954	0,942509498	0,943064772	0,936393825	0,938378175
E. K.	0,943135699	0,932084756	0,936745557	0,945404484	0,932778654	0,935210591

Ek 20. ÜBS Uzanlılarıyla Yapılan Uygulamaların $\bar{d}_{ij}$ değerleri

Ek 20.1. ÜSBS ile yapılan uygulamaların $\bar{d}_{ij}$ değerleri

Alternatifler	Kriterler					
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği
B. K.	0,914423561	0,91001317	0,693191907	0,90294595	0,89662361	0,903452708
C. K.	0,927919956	0,930781353	0,930851307	0,926988255	0,91765396	0,778986004
H. K.	0,923104512	0,911832933	0,914645435	0,919237681	0,741634418	0,912001325
S. K.	0,906266395	0,924635841	0,90213613	0,903612239	0,907388255	0,905673922
S. D.	0,891580044	0,900172702	0,894024073	0,893188415	0,896000982	0,893185995
Ş. H. M.	0,919974026	0,914710891	0,916561416	0,916014834	0,74380797	0,915587527
G. K.	0,918720052	0,915310564	0,916378243	0,920348201	0,910923271	0,919523499
B. A.	0,928883598	0,924533692	0,928136873	0,928830965	0,920492282	0,922972718
E. K.	0,928919624	0,915105945	0,920931946	0,931755604	0,915973317	0,919013239

Ek 20.2. ÜNS ile yapılan uygulamaların $\bar{d}_{ij}$ değerleri

Alternatifler	Kriterler					
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği
B. K.	0,920128657	0,916012292	0,707801816	0,90941622	0,903515369	0,909889194
C. K.	0,932725292	0,93539593	0,935461219	0,931855704	0,923143696	0,78951048
H. K.	0,928230878	0,917710738	0,92033574	0,924621836	0,753937541	0,917867903
S. K.	0,912515302	0,929660118	0,908660388	0,91003809	0,913562371	0,911962327
S. D.	0,898808041	0,906827855	0,901089134	0,900309188	0,90293425	0,900306929
Ş. H. M.	0,92530909	0,920396831	0,922123988	0,921613845	0,756007591	0,921215025
G. K.	0,924138715	0,920956527	0,921953027	0,925658321	0,91686172	0,924888599
B. A.	0,933624692	0,92956478	0,932927748	0,933575567	0,925792796	0,928107871
E. K.	0,933658316	0,920765549	0,92620315	0,936305231	0,921575096	0,924412357

Ek 20.3. ÜTBS ile yapılan uygulamaların $\bar{d}_{ij}$ değerleri

Alternatifler	Kriterler					
	Lezzet	Fiyat	Konum	Konfor	Hizmet	Ürün Çeşitliliği
B. K.	0,931538849	0,928010536	0,737021634	0,92235676	0,917298888	0,922762166
C. K.	0,942335965	0,944625082	0,944681045	0,941590604	0,934123168	0,810559432
H. K.	0,93848361	0,929466347	0,931716348	0,935390145	0,778543787	0,92960106
S. K.	0,925013116	0,939708673	0,921708904	0,922889791	0,925910604	0,924539137
S. D.	0,913264035	0,920138161	0,915219258	0,914550732	0,916800786	0,914548796
Ş. H. M.	0,93597922	0,931768713	0,933249133	0,932811867	0,780406832	0,932470022
G. K.	0,934976042	0,932248452	0,933102594	0,936278561	0,928738617	0,935618799
B. A.	0,943106879	0,939626554	0,942509498	0,943064772	0,936393825	0,938378175
E. K.	0,943135699	0,932084756	0,936745557	0,945404484	0,932778654	0,935210591

0,935563196

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Münevver GÖRDEBİL
Uyruğu: Türkiye (T.C)
Doğum Tarihi ve Yeri: 08. 11. 1994 - Kayseri
Medeni Durum: Bekar
e- mail: 4011130003@erciyes.edu.tr

EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Erciyes Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği	2020
Lisans	Erciyes Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği	2017
Lise	Kocasinan 75. Yıl Cumhuriyet A. L., Kayseri	2012

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görev
2017	Yataş Grup	Stajyer
2016	Kilim Mobilya	Stajyer

YABANCI DİL

İngilizce

YAYINLAR

1. Torun H., Gördebil M. (2020) Multi Criteria Decision Making Based on TOPSIS Method with Extended Fuzzy Sets. In: Kahraman C., Cebi S., Cevik Onar S., Oztaysi B., Tolga A., Sari I. (eds) Intelligent and Fuzzy Techniques in Big Data Analytics and Decision Making. INFUS 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 1029. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-23756-1_68