



**BULANIK VE DURU ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ
İLE ÇEVİRİMİÇİ ALIŞVERİŞ SİTELERİNİN KARŞILAŞTIRMALI
PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ**

İnan AKTAŞ

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Nezih TAYYAR

Uşak

Haziran, 2019

**BULANIK VE DURU ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ
İLE ÇEVİRİMİÇİ ALIŞVERİŞ SİTELERİNİN KARŞILAŞTIRMALI
PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ**

İnan AKTAŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İşletme Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Nezih TAYYAR

Uşak

Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

Haziran, 2019

ÖZET

BULANIK VE DURU ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE ÇEVİRİMİÇİ ALIŞVERİŞ SİTELERİNİN KARŞILAŞTIRMALI PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ

İnan AKTAŞ

İşletme Anabilim Dalı

Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Haziran, 2019

Danışman: Doç. Dr. Nezih TAYYAR

Çevrimiçi alışveriş, tüketicilerin ihtiyaçları doğrultusunda internet üzerinden satın aldıkları mal veya hizmetlerin bütünüdür. Teknolojik gelişmeler sonucunda internetin yaygınlaşması ile beraber internet üzerinden alışveriş yapma oranı hızla artmaktadır. Bu durum internet üzerinden satış yapan mağazalar için yeni rekabet koşullarının oluşmasını sağlamıştır. Tüketici beklentilerini karşılamak, tercih edilebilir olmak, tüketici sadakatini kazanmak çevrimiçi alışveriş sitelerinin başlıca hedeflerini oluşturmaktadır. Bu nedenle tüketici beklentilerini iyi saptamak ve analiz etmek oldukça önemlidir.

Bu çalışmada çevrimiçi alışveriş sitelerinin performanslarının çok kriterli karar verme yöntemleriyle değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Veriler Uşak Üniversitesi akademik ve idari personeline yapılan anketler yardımıyla elde edilmiştir. Veri analizleri ise Excel'de yapılmıştır. Değerlendirme, 6 alternatif için 7 ana kriter ve 21 alt kriter altında TOPSIS, VIKOR, MOORA ve WASPAS yöntemlerinin hem normal hem de bulanık halleriyle yapılmıştır. Performansı en iyi alternatif N11 çevrimiçi alışveriş sitesi olmuştur. En önemli kriter güvenlik/güvenilirlik/gizlilik olurken, önem düzeyi en düşük kriter kampanya olmuştur. Hesaplamalarda yöntemlerin bulanık halleri ve normal halleri arasında sıralama bakımından büyük bir fark olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Çok Kriterli Karar Verme, Bulanık Karar Verme, Performans, Çevrimiçi Alışveriş Sitesi*

ABSTRACT**COMPARATIVE PERFORMANCE MEASUREMENT OF ONLINE SHOPPING
SITES WITH FUZZY AND NON-FUZZY MULTI CRITERIA DECISION
MAKING METHODS**

İnan AKTAŞ

Department of Business Administration

Uşak University Institute of Social Sciences, June 2019

Supervisor: Assoc. Prof. Nezih TAYYAR

Online shopping is a combination of goods or services that consumers buy on the internet regarding their needs. As a result of technological developments, the rate of online shopping is increasing rapidly with the expansion of the internet. Thus, new competitive conditions are created for online shopping sites. Satisfying consumer expectations, being preferable and gaining consumer loyalty are the main goals of online shopping sites. Therefore, it is essential to determine and analyze consumer expectations.

This study aims to evaluate the performance of online shopping sites by using multi-criteria decision-making methods. Data were collected through surveys answered by Uşak University's academic and administrative staff and then the analysis of the data was carried out with Microsoft Excel. The evaluation was carried out in fuzzy and non-fuzzy forms of TOPSIS, VIKOR, MOORA and WASPAS methods under 7 main criteria and 21 sub-criteria for 6 alternatives. According to the results, the best alternative site was the N11 online shopping site. In addition, the result of the study shows that the most important criterion is security/reliability/privacy while the insignificant criterion is the campaign. It is concluded that there was no significant difference between the results of fuzzy and non-fuzzy methods.

Keywords: *Multi-Criteria Decision Making, Fuzzy Decision Making, Performance, Online Shopping Site*



UŞAK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
Tezli Yüksek Lisans Jüri ve Enstitü Onayı

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

İşletme Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Programı 154005031 No'lu öğrencisi İnan AKTAŞ'ın “Bulanık ve Duru Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Çevrimiçi Alışveriş Sitelerinin Karşılaştırmalı Performans Değerlendirmesi” adlı tezi 14/06/2019 tarihinde, aşağıdaki jüri tarafından Uşak Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca, Yüksek Lisans Tezi olarak değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Jüri	Adı Soyadı	İmza
Danışman	: Doç. Dr. Nezih TAYYAR	
Üye	: Doç. Dr. Hasan Hüseyin CEYLAN	
Üye	: Dr. Öğr. Üyesi Aliye ATAY	

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Yöneylem araştırması, çok kriterli karar verme yöntemlerinin öğrenilmesi ve kullanılması konularında bana çok değerli bilgiler aktaran, Yöneylem Araştırması dalında devam edip kendimi sürekli geliştirmem konusunda beni sürekli teşvik eden, yüksek lisans tez çalışmam boyunca engin bilgilerini benden esirgemeyerek çalışmanın bilimsel temeller üzerine şekillenmesi için yoğun emek harcayan, ahlaklı, disiplinli ve anlayışlı çalışma prensibiyle bana örnek olan ve en değerlisi heyecanla ve seyerek çalışmayı bana öğreten, sadece bu yüksek lisans tez çalışmasıyla sınırlı kalmayıp bundan sonraki tüm bilimsel çalışmalarım için değerli bilgilerinden yararlanacağım ve danışmanım olduğu için kendimi çok şanslı hissettiğim Sayın Doç. Dr. Nezih TAYYAR'a,

Desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen ve daima yanımda olan sevgili aileme,

Çalışmalarımda değerli fikirleriyle bana destek olan Öğr. Gör. Dr. Fatih ŞAHİN'e

Değerli vakitlerini ayırıp çalışmanın uygulama kısmı için katkılar sunan Uşak Üniversitesi personeline,

En derin sevgi ve saygıyla teşekkürlerimi sunarım.

İnan AKTAŞ

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : İnan AKTAŞ
Doğum Yeri ve Tarihi : İzmir 09.07.1989
Lisans Öğrenimi : Ege Üniversitesi, İstatistik Bölümü- 2013
Yüksek Lisans Öğrenimi : Uşak Üniversitesi İşletme Anabilim Dalı- 2019
Yabancı Dil : İngilizce

İş Deneyimi

2010-Halen : Türkiye Futbol Federasyonu Futbol Hakemi
2015-Halen : Uşak Üniversitesi İstatistikçi

İletişim

e-posta : inan.aktas@usak.edu.tr

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI	v
ÖNSÖZ	vi
ÖZGEÇMİŞ	vii
İÇİNDEKİLER	viii
TABLolar LİSTESİ	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xvi
KISALTMALAR	xviii
GİRİŞ	1
1. BÖLÜM: KARAR TEORİSİ	4
1.1. KARAR VERME	4
1.2. KARAR SÜRECİ.....	6
1.3. KARAR MODELLERİ.....	9
1.3.1. Belirlilik Altında Karar Verme	9
1.3.2. Belirsizlik Altında Karar Verme.....	10
1.3.3. Risk Altında Karar Verme	10
1.3.4. Ek Bilgi Altında Karar Verme.....	11
1.3.5. Rekabet Altında Karar Verme	11
2. BÖLÜM: BULANIK MANTIK	12
2.1. BULANIK MANTIK KAVRAMI.....	12

2.2. BULANIK KÜME TEORİSİ	16
2.2.1. Üyelik Fonksiyonu.....	18
2.2.2. Üyelik Fonksiyonu Tipleri.....	24
2.2.4. Bulanık Kümelerde Kavramsal Özellikler.....	29
2.2.5. Bulanık Kümelerde Temel İşlemler.....	31
2.3. BULANIK SAYILAR.....	32
2.3.1. Üçgen Bulanık Sayılar	33
2.3.2. Yamuk Bulanık Sayılar.....	35
2.4. DURULAŞTIRMA	37
2.4.1. Kesin Değer Alan Kümeler İçin Durulaştırma (α -kesim Kümesi ile Durulaştırma).....	38
2.4.2. Sayısal Değer Alan Kümeler İçin Durulaştırma.....	38
3. BÖLÜM: ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME.....	45
3.1. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERMENİN TANIMI.....	45
3.2. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME KAVRAMLARI	46
3.3. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERMENİN SINIFLANDIRILMASI	47
3.3.1. Çok Amaçlı Karar Verme	48
3.3.2. Çok Nitelikli Karar Verme	48
3.4. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİNİN SINIFLANDIRILMASI	49
3.5. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ	50
3.5.1. TOPSIS	51
3.5.2. VIKOR.....	55
3.5.3. MOORA	59
3.5.4. WASPAS	63
3.6. BULANIK ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ	64
3.6.1. Bulanık TOPSIS	66
3.6.2. Bulanık VIKOR.....	70

3.6.3. Bulanık MOORA.....	73
3.6.4. Bulanık WASPAS	75
4. BÖLÜM: LİTERATÜR TARAMASI.....	78
5. BÖLÜM: ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİYLE ÇEVİRİMİÇİ ALIŞVERİŞ SİTELERİNİN PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ UYGULAMASI.....	92
5.1. ARAŞTIRMANIN TANITILMASI.....	92
5.1.1. Araştırmanın Konusu.....	92
5.1.2. Araştırmanın Amacı.....	92
5.1.3. Araştırmanın Yöntemi	94
5.1.4. Araştırmanın Önemi	95
5.2. MODELİN KURULMASI.....	95
5.2.2. Kriterlerin Belirlenmesi	98
5.2.2. Alternatiflerin Belirlenmesi	102
5.3. VERİ GİRİŞİ VE ANALİZİ	103
5.3.1. Demografik ve İnternet Deneyimine İlişkin Bulgular	104
5.4. PROBLEMİN ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE ÇÖZÜMÜ.....	107
5.4.1. TOPSIS Yöntemi ile Çözüm	112
5.4.2. VIKOR Yöntemi ile Çözüm	119
5.4.3. MOORA Yöntemi ile Çözüm.....	121
5.4.4. WASPAS Yöntemi ile Çözüm.....	125
5.5. PROBLEMİN BULANIK ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE ÇÖZÜMÜ	127
5.5.1. Bulanık TOPSIS Yöntemi ile Çözüm.....	134
5.5.2. Bulanık VIKOR Yöntemi ile Çözüm	142
5.5.3. Bulanık MOORA Yöntemi ile Çözüm	146
5.5.4. Bulanık WASPAS Yöntemi ile Çözüm.....	152

6. BÖLÜM: SONUÇ VE ÖNERİLER	157
6.1. SONUÇ.....	157
6.2. ÖNERİ VE KISITLAR	163
KAYNAKÇA	164
EKLER.....	175



TABLOLAR LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 1.1. Niceliksel ve Niteliksel Karar Verme Yaklaşımları	5
Tablo 2.1. Klasik Mantık ve Bulanık Mantık Arasındaki Farklılıklar	13
Tablo 2.2. Boy Örneği İçin Klasik Küme Üyelik Fonksiyonu	22
Tablo 2.3. Boy Örneği İçin Bulanık Küme Üyelik Fonksiyonu	23
Tablo 3.1. ÇAKV ve ÇNKV Arasındaki Temel Farklar	48
Tablo 3.2. TOPSIS İçin Bazı Normalizasyon Yöntemleri	51
Tablo 3.3. Bazı Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinin Performans Karşılaştırması	59
Tablo 3.4. Kriterlerin Önem Ağırlığının Değerlendirilmesinde Kullanılan Sözel Değişkenler	65
Tablo 3.5. Alternatiflerin Değerlendirilmesinde Kullanılan Sözel Değişkenler	65
Tablo 3.6. Bulanık TOPSIS Kabul Koşulları	68
Tablo 4.1. Çevrimiçi Alışverişi ÇKKV Yöntemleri ile Değerlendiren Çalışmalar ...	79
Tablo 4.2. Cavlak'ın Çalışmasında Değerlendirilen Kriterler	83
Tablo 4.3. Ömürbek ve Şimşek'in Çalışmasında Yöntemlere Göre Alternatiflerin Sıralanması	86
Tablo 4.4. Alharbi ve Naderpour'ın Çalışmasında Kriterler ve Alt Kriterler	87
Tablo 4.5. Kumar'ın Çalışmasında Alternatifler ve Kriterler	88
Tablo 4.6. Kumar ve Dash'in Çalışmasında İnternet Alışveriş Sitelerinin Esneklik Boyutları	88
Tablo 5.1. Kriterlerin Elde Edildiği Referanslar	99
Tablo 5.2. Alternatiflerin Elde Edildiği Referanslar	103
Tablo 5.3. Değerlendiricilerin Demografik Özellikleri	104
Tablo 5.4. Değerlendiricilerin İnternet Deneyim Özellikleri	105
Tablo 5.5. Değerlendiricilerin Tercih Ettikleri Ürün Çeşitleri	106
Tablo 5.6. Değerlendiricilerin Tercih Ettikleri Uygulamalar	107
Tablo 5.7. Ana Kriterlerin Önem Ağırlığı	108

Tablo 5.8. Alt Kriterlerin Önem Ağırlığı.....	109
Tablo 5.9. Kriterlerin Bütünleşmiş Önem Ağırlıkları Sıralaması	110
Tablo 5.10. Alternatiflerin Değerlendirilme Sayısı.....	111
Tablo 5.11. Karar Matrisi.....	111
Tablo 5.12. TOPSIS Yöntemi Karar Matrisinin Vektör Normalizasyonu.....	113
Tablo 5.13. TOPSIS Yöntemi Karar Matrisinin Doğrusal Normalizasyonu	113
Tablo 5.14. Ağırlıklı Normalize Karar Matrisi	114
Tablo 5.15. Pozitif İdeal Çözümünden Uzaklıklar.....	115
Tablo 5.16. Negatif İdeal Çözümünden Uzaklıklar	116
Tablo 5.17. İdeal Noktalardan Sapmalar.....	116
Tablo 5.18. Alternatiflerin İdeal Çözümüne Yakınlık Değerleri	117
Tablo 5.19. TOPSIS (vektör) Yöntemi İçin Alternatiflerin Performans Sıralamaları	117
Tablo 5.20. TOPSIS (doğrusal) Ağırlıklı Normalize Karar Matrisi	117
Tablo 5.21. Pozitif İdeal Çözümünden Uzaklıklar.....	118
Tablo 5.22. Negatif İdeal Çözümünden Uzaklıklar	118
Tablo 5.23. İdeal Noktalardan Sapmalar.....	118
Tablo 5.24. Alternatiflerin İdeal Çözümüne Yakınlık Değerleri	119
Tablo 5.25. TOPSIS (doğrusal) Yöntemi İçin Alternatiflerin Performans Sıralamaları	119
Tablo 5.26. VIKOR Karar Matrisi İçin En İyi ve En Kötü Değerler.....	119
Tablo 5.27. S_i ve R_i Değerleri	120
Tablo 5.28. Alternatiflerin Performans Değerleri	120
Tablo 5.29. VIKOR Alternatiflerin Performans Sıralamaları.....	121
Tablo 5.30. MOORA Normalize Karar Matrisi	122
Tablo 5.31. Ağırlıklı Normalize Karar Matrisi	122
Tablo 5.32. Alternatiflerin MOORA Oran Performans Sıralamaları.....	123
Tablo 5.33. Maksimum Referans Noktadan Uzaklıklar.....	123
Tablo 5.34. Alternatiflerin MOORA Referans Nokta Performans Sıralamaları.....	124
Tablo 5.35. Alternatiflerin MOORA Tam Çarpım Performans Sıralamaları	124
Tablo 5.36. WASPAS Normalize Karar Matrisi.....	125
Tablo 5.37. Toplam Modeline Göre Ağırlıklandırma	126
Tablo 5.38. Çarpım Modeline Göre Ağırlıklandırma	126
Tablo 5.39. Alternatiflerin K_i Performans Değerleri.....	127

Tablo 5.40. WASPAS Alternatiflerin Performans Sıralaması.....	127
Tablo 5. 41. Ana Kriterler İçin Bulanık Önem Değerleri	128
Tablo 5.42. Ana Kriterlerin Bulanık Önem Ağırlıkları.....	128
Tablo 5.43. Alt Kriterler İçin Bulanık Önem Değerleri.....	129
Tablo 5.44. Ana Kriterlerin Bulanık Önem Ağırlıkları.....	130
Tablo 5.45. Kriterlerin Bütünleşmiş Önem Ağırlığı	131
Tablo 5.46. Alternatifler İçin Bulanık Önem Değerleri.....	132
Tablo 5.47. Bulanık Karar Matrisi	133
Tablo 5.48. TOPSIS Bulanık Normalize Vektör Matrisi.....	134
Tablo 5.49. Ağırlıklandırılmış Bulanık Normalize Vektör Matrisi	135
Tablo 5.50. Pozitif ve Negatif İdeal Noktalar	136
Tablo 5.51. Alternatiflerin Pozitif ve Negatif İdeal Çözüme Uzaklık Değerleri.....	137
Tablo 5.52. Alternatifler için R_i ve R_i Değerleri.....	137
Tablo 5.53. Bulanık TOPSIS (vektör) Alternatiflerin Performans Sıralaması	138
Tablo 5.54. Bulanık Doğrusal Normalizasyon Matrisi	138
Tablo 5.55. Ağırlıklı Normalize Doğrusal Matris.....	139
Tablo 5.56. Alternatiflerin BPİÇ'ten ve BNIÇ'ten Olan Uzaklık Değerleri	140
Tablo 5.57. Alternatiflerin Di^- ve Di^* Değerleri	141
Tablo 5.58. Alternatiflerin (CC_i) Değerleri.....	141
Tablo 5.59. Bulanık TOPSIS (doğrusal) Alternatiflerin Performans Sıralaması.....	142
Tablo 5.60. Kriterlerin En İyi ve En Kötü Değerleri	142
Tablo 5.61. Alternatiflerin En İyi Değere Olan Uzaklıkları	143
Tablo 5.62. Ağırlıklandırılmış Uzaklık Değerleri ile S_i ve R_i Değerleri	144
Tablo 5.63. S^* , S^c , R^* , R^c Değerleri	145
Tablo 5.64. Q_i Değerleri	145
Tablo 5.65. Durulaştırılmış Değerler	146
Tablo 5.66. VIKOR Alternatiflerin Performans Sıralaması.....	146
Tablo 5.67. Normalize Bulanık Karar Matrisi	147
Tablo 5.68. Ağırlıklı Normalize Bulanık Karar Matrisi	148
Tablo 5.69. Bulanık MOORA Oran Alternatiflerin Sıralanması	149
Tablo 5.70. Kriterlerin Maksimum Değerleri	150
Tablo 5.71. Maksimum Referans Noktalarının Uzaklık Değerleri.....	150
Tablo 5.72. Bulanık MOORA Referans Noktası Alternatiflerin Sıralama Değerleri	151

Tablo 5.73. Bulanık MOORA Tam Çarpım Alternatiflerin Performans Sıralaması	152
Tablo 5.74. Bulanık WASPAS Normalize Bulanık Karar Matrisi	152
Tablo 5.75. Ağırlıklı Toplam Modeli'ne Göre Ağırlıklandırma.....	153
Tablo 5.76. Ağırlıklı Çarpım Modeli'ne Göre Ağırlıklandırma	154
Tablo 5.77. Alternatiflerin Durulaştırılmış Değerleri	155
Tablo 5.78. Bulanık WASPAS Alternatiflerin Performans Sıralaması	155
Tablo 6.1. Alternatiflerin ÇKKV Yöntemleri Açısından Sıralanması.....	158
Tablo 6.2. Alternatiflerin Bulanık ÇKKV Yöntemleri Açısından Sıralanması	159
Tablo 6.3. Alternatiflerin ÇKKV ve Bulanık ÇKKV Yöntemleri Açısından Sıralamalarının karşılaştırılması.....	160



ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1. Clemen'in Karar Verme Süreci Adımları	7
Şekil 1.2. Baker vd.'nin Karar Verme Süreci Adımları	8
Şekil 2.1. Bulanık Mantık ve Klasik Mantık Arasındaki İlişki	15
Şekil 2.2. Klasik ve Bulanık Küme Şematik Gösterimi	19
Şekil 2.3. Atıcıların Başarı Durumu	20
Şekil 2.4. Atıcıların Skor Değerleri ve Üyelik Dereceleri	21
Şekil 2.5. Boy Örneği İçin Klasik Küme ve Bulanık Küme Üyelik Fonksiyonları Karşılaştırması	22
Şekil 2.6. Yaş Örneği Üyelik Fonksiyonları	23
Şekil 2.7. Üçgen Üyelik Fonksiyonu	24
Şekil 2.8. Yamuk Üyelik Fonksiyonu	25
Şekil 2.9. Gaussian Üyelik Fonksiyonu	26
Şekil 2.10. Çan Eğrisi Üyelik Fonksiyonu	26
Şekil 2.11. Yamuk Üyelik Fonksiyonun Kısımları	27
Şekil 2.12. Yaş Dilsel Değişkeni Tanım Aralıkları	28
Şekil 2.13. Normal (a) ve Normal Altı (b) Bulanık Kümeler	29
Şekil 2.14. Dışbükey Bulanık Küme (a) ve Dışbükey Olmayan Bulanık Küme (b) .	30
Şekil 2.15. İki Bulanık Kümenin Kesişimi	32
Şekil 2.16. İki Bulanık Kümenin Birleşimi	32
Şekil 2.17. Üçgen Bulanık Sayı	34
Şekil 2.18. Yamuk Bulanık Sayı	36
Şekil 2.19. En Büyük Üyelik Derecesi ile Durulaştırma	39
Şekil 2.20. Sentroid Yöntemi ile Durulaştırma	39
Şekil 2.21. Ağırlıklı Ortalama Yöntemi ile Durulaştırma	40
Şekil 2.22. Ortalama En Büyük Üyelik Yöntemi ile Durulaştırma	41
Şekil 2.23. (a) Birinci Üyelik Fonksiyonu, (b) İkinci Üyelik Fonksiyonu, (c) Durulaştırma	42
Şekil 2.24. En Büyük Alanın Merkezi Yöntemi ile durulaştırma	43

Şekil 2.25. Bir Adet En Büyük Değer İçin En Büyük İlk ve Son Üyelik Dereceleri Yöntemi ile Durulaştırma.....	43
Şekil 2.26. Birden Fazla En Büyük Değer için En Büyük İlk ve Son Üyelik Dereceleri Yöntemi ile Durulaştırma	44
Şekil 3.1. Çok Kriterli Karar Verme Kategori Şeması.....	50
Şekil 4.1. Kong ve Liu'nun Hiyerarşik Yapısı.....	80
Şekil 5.1. Problemin Hiyerarşik Yapısı.....	97



KISALTMALAR

ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
ÇAKV	Çok Amaçlı Karar Verme
ÇNKV	Çok Nitelikli Karar Verme
TOPSIS	Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution
VIKOR	Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje
MOORA	Multi-objective Optimization on the Basis of Ratio Analysis
WASPAS	Weighted Aggregated Sum Product Assessment
AHP	Analytic Hierarchy Process
ANP	Analytic Network Process
DEMATEL	Decision Making Trial and Evaluation Laboratory
ELECTRE	Elimination and Choice Expressing Reality
GİA	Gri İlişkisel Analiz
PROMETHEE	Preference Ranking Organization Method for Enrichment of Evaluations
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu

GİRİŞ

Karar verme, karar vericinin tercihlerine dayanarak karar alternatiflerini değerlendirme süreci olarak kabul edilir. Çok kriterli karar vermenin amacı ise, adından da anlaşılacağı gibi, seçim probleminde çoklu kriterlerin varlığında alternatifler arasından en iyiyi seçme durumudur (Krejci, 2018:1). Karar verme insan hayatının her anında var olan eylemlerden bir tanesidir. Basit yapıdaki problemler için hızlı kararlar alınabilirken karmaşık problemler için en iyi kararı vermek zor olabilir. Gerek basit yapıdaki gerekse çok sayıda alternatif ve kriterin bulunduğu karmaşık yapıdaki problemler için çok kriterli karar verme yöntemleri, karar probleminde alternatifler arasından en iyi çözümü sunmasından dolayı oldukça önemlidir.

Çok kriterli karar verme yöntemleri hem duru sayılarla hem de bulanık sayılarla işlem yapabilme imkânı sunar. Karar vericilerin dilsel değişkenler aracılığı ile alternatifler için belirli kriterler altında verdikleri karar değerleri, duru halde çok kriterli karar verme yöntemlerine uygulanabildiği gibi bu değerler bulanık sayılara da dönüştürülüp işlem yapılabilir. Bulanık sayılarla yapılan işlemlerde hesaplanan sonuçlar son aşamada durulaştırılarak alternatifler için karşılaştırma yapılır.

Teknolojik gelişmeler sonucunda internet erişiminin sağlanması gün geçtikçe kolaylaşmaktadır. İnternet kullanımı bilgisayarlardan cep telefonlarına kadar her an elimizin altında olan cihazlar aracılığıyla hayatımızın bir parçası haline gelmiştir. Bu durum internet üzerinden alışveriş yapma oranını hızla artırmıştır. Bu nedenle çevrimiçi alışveriş sitelerinin değerlendirilmesi ve geliştirilmesi adına çevrimiçi alışveriş ile ilgili yapılan çalışmalar oldukça önemlidir.

Bu çalışmada çok kriterli karar verme yöntemleri ile çevrimiçi alışveriş sitelerinin performanslarının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. İlgili literatür ayrıntılı bir şekilde incelenerek kullanılacak yöntemler, alternatifler, ana kriterler ve alt kriterler bu doğrultuda belirlenmiştir. Karar modeli oluşturulduktan sonra hedef kitle olarak tanımlanan çevrimiçi alışveriş deneyimine sahip olan tüketiciler arasından Uşak Üniversitesi'nde görevli akademik ve idari personel olmak üzere 66 kişinin değerlendirme verileri anket yoluyla elde edilmiştir. 7 anket eksik veya hatalı girişten dolayı çalışmaya dâhil edilmemiş olup hesaplamalar 59 değerlendirme verisi üzerinden yapılmıştır. Değerlendirme verileri elde edildikten sonra kriter

ağırlıklandırması yapılmış ve çok kriterli karar verme yöntemlerinin hem duru hem bulanık halleri için hesaplamalar Excel’de yapılmıştır.

Literatürde çevrimiçi alışveriş sitelerinin değerlendirilmesi adına duru ve veya bulanık sayıları kullanan, çeşitli çok kriterli karar verme yöntemlerini kullanan, çeşitli kriter ve alternatiflere yer veren birçok çalışma mevcuttur. Bununla beraber literatürde aynı anda çok sayıda çok kriterli karar verme yöntemlerini kullanan, son dönemde literatüre giren MOORA ve WASPAS çok kriterli karar verme yöntemini aynı anda kullanan, yöntemlerin hem duru hem bulanık hallerini kullanarak aralarındaki farkları inceleyen, çok sayıda alternatifini değerlendiren ve uzman karar verici sayısı açısından yüksek sayıda değerlendirici kullanan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bunlara ek olarak yeni bir kriter olarak ödeme şekilleri promosyonu kriterinin literatüre katkısı amaçlanmıştır.

Çalışmanın sonuçlarının gerek literatüre gerekse çevrimiçi alışveriş sektörüne katkısı amaçlanmış bu doğrultuda uzman değerlendirici sayısı, yöntemler, alternatifler ve kriterler belirlenirken geniş kapsamlı bir yapı oluşturulmuştur. Daha önce literatürde kullanılmayan bir kriter tespit edilmiş ve hem duru hem de bulanık sayılar ile değerlendirme yapılmıştır.

Çalışmanın birinci bölümünde karar vermenin tanımı yapılmış, iyi ve kötü karar ayırımından, niteliksel ve niceliksel karar verme yaklaşımlarından bahsedilmiştir. Karar sürecinde problemin kurulmasından sonuçlanmasına kadar var olan aşamalar incelenmiş ve son kısımda karar modellerine değinilmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde klasik mantık ve bulanık mantık kavramlarının karşılaştırılmasından, bulanık küme teorisinden, bulanık küme temel aritmetik işlemlerinden ve bulanık sayılardan bahsedilmiştir. Son kısımda ise bulanık sayıların durulaştırma işlemlerine değinilmiştir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde çok kriterli karar vermenin tanımı, kavramları ve sınıflandırması başlıkları incelenmiş, çok amaçlı karar verme ve çok nitelikli karar verme ayırımından da bu bölümde bahsedilmiştir. Çok kriterli karar verme yöntemlerinin sınıflandırılması şematik olarak belirtilmiş ve ardından çok kriterli karar verme yöntemlerine değinilmiştir. TOPSIS, VIKOR, MOORA ve WASPAS olmak üzere dört adet çok kriterli karar verme yöntemleri için hem normal halleri hem de bulanık halleri için ayrıntılı bir şekilde hesaplama adımları gösterilmiştir.

Çalışmanın dördüncü bölümünde geniş bir literatür taraması yapılarak çok kriterli karar verme yöntemleri ile çevrimiçi alışveriş sitelerini ve kriterleri değerlendiren çalışmalara kapsamlı bir şekilde değinilmiştir.

Çalışmanın beşinci bölümünde ilk aşamada araştırmanın tanıtılması adına, konusu, amacı, yöntemi ve önemine değinilmiştir. Karar vericilerin demografik özelliklerinden bahsedilmiş, kriterlerin ve alternatiflerin elde edilme yolları belirtilmiştir. Değerlendirme verileri hem normal hem de bulanık çok kriterli karar verme yöntemleri ile analiz edilmiş, bulgular tablolarla ve matematiksel işlemlerle ayrıntılı bir şekilde gösterilmiştir. Her yöntemin son kısmında ise alternatifler adına oluşan performans sıralamaları verilmiştir.

Çalışmanın altıncı ve son bölümünde elde edilen analiz sonuçlarına göre yöntemler arasındaki sıralama sonuçları karşılaştırılmıştır. Bulanık sayılar ve duru sayılar ile yapılan hesaplama sonuçlarının farklılık gösterip göstermediğine ve her iki sayı türü için de alternatiflerin performans sıralamalarına değinilmiştir. Son kısımda ise çalışmanın genel açıdan katkıları tartışılmış, kısıtları ve eksiklikleri tespit edilerek gelecek çalışmalar için öneriler verilmiştir.

1. BÖLÜM: KARAR TEORİSİ

Kişiler günlük yaşamın her anında çeşitli kararlar almaktadırlar. Bu doğrultuda alınan kararların en yüksek fayda sağlaması amaçlanır. Bu nedenle karar süreci ve karar çıktısı kişiler için önem teşkil etmektedir. Bu bölümde karar teorisi başlığı altında karar verme, karar süreci, karar modelleri alt başlıklarından bahsedilecektir.

1.1. KARAR VERME

Karar verme gerçek yaşamda oluşan çeşitli problemleri çözmek ve hedeflenen amaç doğrultusunda, belli kısıtlar altında, var olan tüm seçenekler içinden birini ya da birden fazla seçeneği seçme işlemidir (Menteş, 2010:9).

Tüm insanlar karar vericilerdir. Bilinçli ya da bilinçsiz olarak yaptığımız her şey bir kararın sonucudur. Bir olay ya da durum hakkında yeterli bilgiye sahip olmamız, o olay ya da durum hakkında karar vermek, yargı oluşturmak adına bize yardımcı olacaktır (Saaty, 2008:83).

Karar teorisi, karar vermeyi çözümsel bir yaklaşımla sistematik olarak inceler. Karar teorisindeki matematiksel modellemeler işletme yöneticilerine karar problemi için en doğru kararı verme adına yardımcı olurlar. Bu teoriye göre verilen iyi bir karar, rasyonel bir dayanak noktası olan sayısal bir yaklaşımla beraber var olan seçenekler arasından en faydalı olanı seçerek verilmektedir (Tekin, 2010:18).

Bu durumda iyi ve kötü karar arasındaki farkı neler oluşturmaktadır? Bunun cevabı olarak; iyi bir karar, mantığa dayanan, mevcut bütün verileri ve alternatifleri dikkate alan ve karar verici tarafından tanımlanan niceliksel ve niteliksel yaklaşımı uygulayan bir karardır. Bazen iyi bir karar beklenmedik veya olumsuz sonuçlar ortaya çıkarabilir. Ancak bu olumsuz sonuçlar kararın iyi olma durumunu değiştirmez. Kötü karar ise mantıkla desteklenmeyen, var olan bütün bilgileri kullanmayan, bütün alternatifleri değerlendirmeyen ve uygun niceliksel ve niteliksel teknikleri kullanmayan bir karardır. Kötü bir kararın şans faktörü yardımıyla iyi sonuçlar vermesi bu kararın kötü olduğu durumunu değiştirmez. Bazen iyi kararlar kötü sonuçlar vermesine rağmen uzun vadede karar teorisine dayanarak iyi sonuçlar vereceği söylenebilir (Render vd. 2012:70).

Herkes iyi kararlar verme hedefi ile ilgilenir. Daha doğrusu kişiler sonuçları iyi olan kararlar ile ilgilenirler. İyi kavramı nedir sorusuna verilecek en güzel cevap "genel

anlamda karar vericinin görüşlerini yansıtan, karar vericiye özgü bir kavram" olacaktır. Ancak karar vericinin düşünce ve isteklerine dayanan karar verme kavramı kesin değildir, çünkü bu kararlar kişisel olup kesin yargılara dayanamazlar. Karar verici karar sürecinde en iyi kararı verecek, en iyi alternatifleri seçecek tek mekanizma olurken bu süreçte verilen kararların değerlendirilmesi işlemi ise bilimsel modellemeler ile mümkün olacaktır. Bu anlamda iyi bir karar, iyi bir karar mekanizmasının bağlı olduğu bilimsel süreçten geçer. Genel olarak karar vericiler, verdikleri karar sonucunda iyi sonuç almakla ilgilenirler. Akademisyenler ise iyi bir karar sürecinin oluşmasına yönelik çalışırlar. İyi bir karar sürecinin varlığı, karar vericilerin alternatifler için daha iyi karar vermelerini ve karar sürecini iyi anlamalarını sağlayacaktır (Henig ve Buchanan, 1996:223).

Benzer bir şekilde Saaty (2000) ise karar vermeyi sezgisel ve analitik karar verme olarak tanımlamıştır. Sezgisel kararlar herhangi bir veriye dayanmaksızın salt karar verici duygularından oluşan kararlardır. Ancak bu tür karar verme yöntemi önemli karar alma durumları için zayıf bir temel oluşturur. Karar verici kararını destekleyici mantıksal dayanaklar sunamayacağı için, kararın başkaları tarafından kabul edilmesi zordur. Sağlam dayanak noktası olmayan sezgisel karar diğer kişiler ile yeterince bağ kuramayacağından anlaşılmaz ve sağlam temelleri olmayan bir yapı oluşturur. Analitik karar ise bireysel kararın aksine karar paylaşımına önem verir. Buradaki amaç karar sürecinde dayanak noktası olarak tek kişiye bağlı sezgisel davranışları değil bir grup kararını desteklemektir. Bu anlamda grup kararları bireysel kararlardan stratejik olarak daha fazla önem taşır. Analitik kararda, karar kriterleri belirgindir ve tekrar tekrar kullanılabilir (Saaty, 2000). Kısaca sezgisel kararlar niteliksel, analitik kararlar ise niceliksel olarak tanımlanabilir. Tablo 1.1.'de niceliksel ve niteliksel karar verme yaklaşımları basit bir şekilde özetlenmiştir (Örs, 2013:7).

Tablo 1.1. Niceliksel ve Niteliksel Karar Verme Yaklaşımları

Niceliksel Karar Verme Yaklaşımı	Niteliksel Karar Verme Yaklaşımı
<ul style="list-style-type: none"> • Uygulama alanları genelde istatistik, matematik ve endüstri mühendisliğidir. • Çok sayıda karar alternatifi ve kriterin varlığında, bunlar arasında en uygun seçimin nasıl yapılacağı ile ilgilenir. 	<ul style="list-style-type: none"> • Uygulama alanları genelde psikoloji, sosyal psikoloji ve sosyolojidir. • İnsan odaklıdır. • Karar verici olan insanın karar sürecinin zihinsel ve psikolojik yönleriyle ilgilenir

Tablo 1.1.'in devamı Niceliksel ve Niteliksel Karar Verme Yaklaşımları

Niceliksel Karar Verme Yaklaşımı	Niteliksel Karar Verme Yaklaşımı
<ul style="list-style-type: none"> Seçim için modeller ve yöntemler geliştirir. Karar ortamını inceler ve karar çevresi için var olan belirsizliklerin seviyesini temel alır. İnsan düşünce yapısını ve zihinsel bakış açısının etkisini minimum düzeye indirir. 	<ul style="list-style-type: none"> Süreçlere etki eden faktörleri ve bunların etkilerini inceler.

Kaynak: Örs, 2013:7.

İnsanların karar alma şekilleri gerek kural koyucular tarafından konulan kurallar çerçevesinde olsun gerekse bir toplum normları tarafından oluşan kurallarla şekillensin karar verme şekilleri ve karar analizi, ulaşabileceğimiz insanlık tarihi kadar eski olabilir. Bu sebeple karar verme ile ilgili çalışmaların büyük ölçüde ve sürekli olarak artıyor olması sürpriz değildir (Triantaphyllou 2000:1). Karar sonuçları, karar verici için fayda sağlayan veya fayda sağlamayan sonuçlar ortaya çıkarabilir. Karar verme üzerine yapılan çalışmalar en iyi karar yöntemini elde etmek yönünde sürekli gelişmektedir (Huber vd., 2019:257).

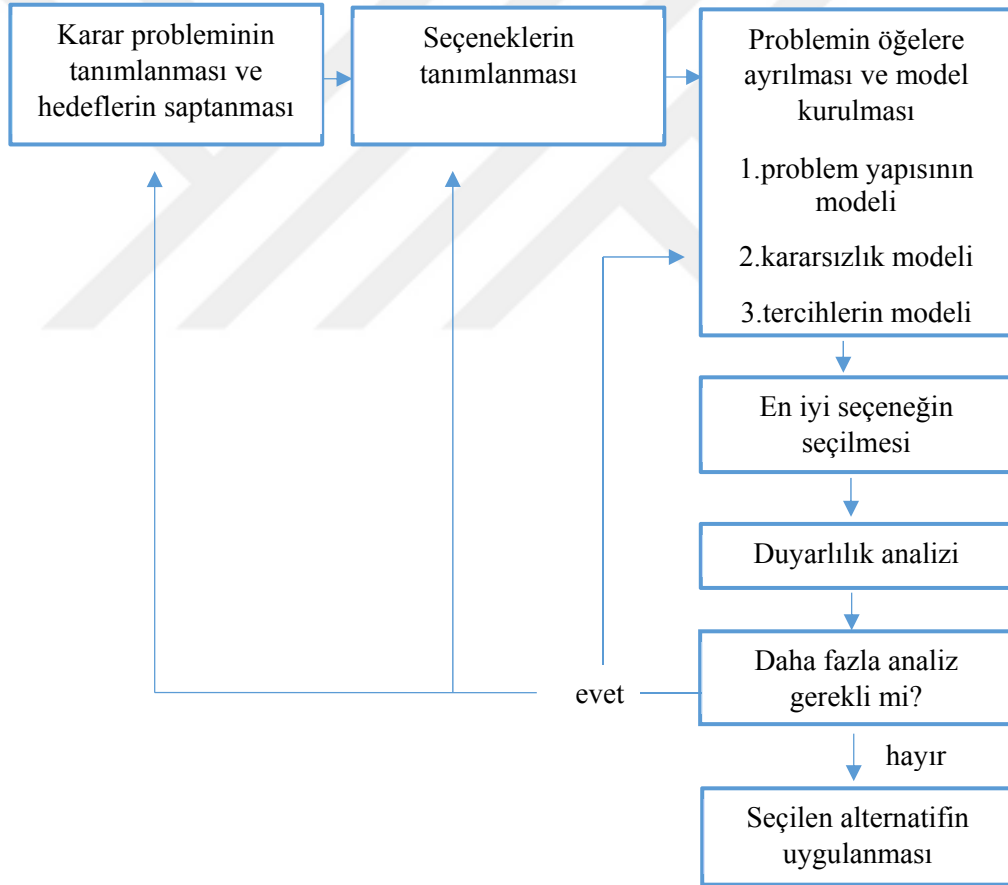
1.2. KARAR SÜRECİ

Karar verme, karar vericinin birden fazla seçeneğe sahip olması durumunda bu seçenekler arasından amacı için optimal olanını seçme işlemidir. Karar süreci ise bu işlemlerin belli sırayla yapılmasıyla gerçekleşmektedir. Bir başka deyişle karar verme süreci belli bir başlangıç noktasıyla beraber birbirini takip eden faaliyet ve düşüncelerin olduğu ve sonunda bir tercihe dayanan bir olgudur. Karar verme sürecini etkileyen durumlar arasında; karar verici, hedeflenen amaç, var olan seçenekler, seçeneklerin olası seçimdeki sonuçları gibi faktörler sayılabilir (Tekin, 2010:20; Koçel, 2015:137).

Karar verme süreci ile ilgili çeşitli yaklaşımlar vardır. İlk olarak Simon (1960) karar sürecini üç aşamada ele alır. Simon Karar Modelinin ilk aşaması problemin ve karar için çevre şartlarının incelendiği araştırma aşamasıdır. İkinci aşama başlangıç ve karar aşaması arasında gerçekleşen olası eylem yollarını oluşturmak ve analiz etmek olan tasarım (alternatif) aşamasıdır. Son aşama ise belirlenen tasarımlardan birini seçme aşamasıdır (Hicks 1991:29).

Hicks ise karar sürecini beş aşamada tanımlamıştır. Karar amaçlarının belirlenmesi aşaması ile başlayan süreç daha sonra amaçlar adına alternatiflerin üretilmesi, değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi ve en iyi eylem tarzının seçimi şeklinde devam eder. Son olarak seçilen eylem tarzının uygulanması ile karar süreci tamamlanır (Hicks, 1991:27).

Clemen (1996) karar sürecini Şekil 1.1.'de belirtildiği üzere yedi adımda ele almıştır. Karar sürecinde en önemli adım, ilk adım olan karar probleminin iyi anlaşılması ve iyi tanımlanmasıdır. Karar probleminin yanlış tanımlanması karar sürecini tamamen yanlış bir yola sokabilir. Bu durum bir hata oluşturmaktadır ve bu tür hata üçüncü tür hata olarak tanımlanır. Bu yüzden karar probleminin dikkatli bir şekilde tanımlanması gerekir (Clemen, 1996:5).

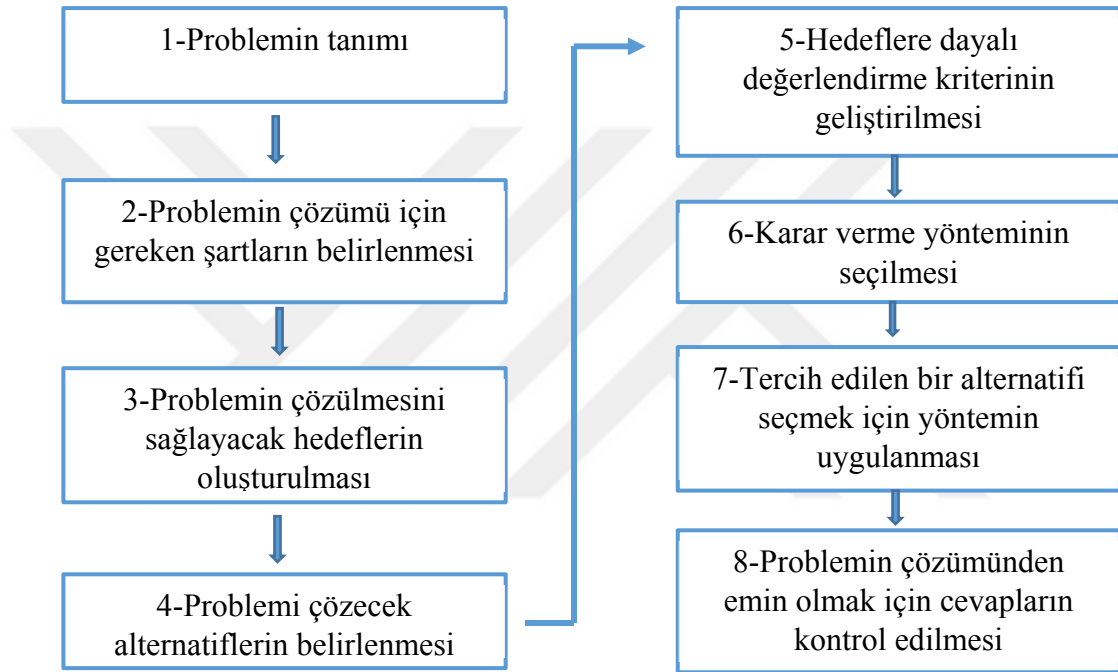


Şekil 1.1. Clemen'in Karar Verme Süreci Adımları
Kaynak: Clemen, 1996:6.

Clemen karar vericinin karar sürecinde, sürecin en başına bile tekrar dönebileceğini belirtmiştir. Karar sürecinde hedeflerin tanımını düzeltmek veya yeni

hedefler dâhil etmek gerekebilir. Yeni alternatifler tanımlanabilir, model yapısı değişebilir, belirsizlikler düzeltilebilir (Clemen, 1996:7).

Baker vd. (2002) ise karar verme sürecinde karar vericinin sürecin başında belirlenmesinin önemine vurgu yapmışlardır. Karar vericinin sürecin başında belirlenmesi hem problemin tanımlanmasındaki sorunları hem de gereksinimler, hedefler ve kriterler arasındaki uyumsuzlukları giderecektir. Baker vd. Şekil 1.2.'de belirtildiği üzere karar sürecini sekiz aşamada tanımlamış ve bu sekiz aşamadan 4 aşamanın (1, 2, 3 ve 5) geri bildirim açısından önemini vurgulamışlardır.



Şekil 1.2. Baker vd.'nin Karar Verme Süreci Adımları
Kaynak: Baker vd., 2002:2.

Karar sürecinin ilk aşaması olan problemin tanımı iyi bir karar vermek için çok önemli bir adımdır. Buradaki amaç tek cümlelik bir problem ifade edilmesidir. Sonraki aşama gereksinimlerin belirlenmesi aşamasıdır. Bu aşama probleme kabul edilebilir bir çözüm getirilmesi için gereken şartları ve gereksinimlerin problemin çözümünde ne yapması gerektiğini belirtir. Üçüncü aşamadaki oluşturulacak hedefler, niyet edilen ve istenen değerlerin geniş ifadeleridir. Dördüncü aşamadaki belirlenecek alternatifler, başlangıç koşulunu karar vericinin hedeflediği koşullara çevirmek için farklı yaklaşımlar sunmayı ifade eder. Sonraki aşamada alternatifleri hedefe yaklaştırmak için kriterler hedefe dayalı olmalıdır. Altıncı adım karar verme yönteminin belirlendiği adım olurken onu takip eden adımda alternatiflerin kriterler açısından tek başına nitel,

tek başına nicel veya her ikisi tarafından aynı anda değerlendirilmesidir. Sekizinci ve son adımda hedefe en yakın alternatif tercih edilir ve karar verme sürecinin doğruluğu kontrol edilir (Baker 2002:3-5).

1.3. KARAR MODELLERİ

En temel ifadeyle belirtmek gerekirse model kavramı günlük hayatta gerçekleşmesi olası olayların bir benzetmesidir. Karar modeli ise gelecek adına karar verme durumunu değişken ve parametreler ile açıklarken aynı zamanda değişken ve parametreler arasındaki ilişki doğrultusunda amaca en faydalı seçimin yapılmasını sağlayan bir semboller kümesini ifade eder (Koçel, 2015:159). Karar sürecinin genelinde verilen kararın sonuçlarını kesin olarak tahmin etmek zordur (Goodwin ve Wright, 2004:95). Çünkü karar sürecinde uygun yöntemin seçiminde kullanılan ve en faydalı sonucu veren çok sayıda kıstas vardır. Bu durumun temel sebebi en iyi kararın, karar vericinin tavrı, düşüncesi, alışkanlıkları ile ilişkili olması ve çevresel koşulların etkisi altında olmasıdır.

Bu doğrultuda, karar verme modelleri şu şekilde sınıflandırılabilir (Tekin, 2010:21-29; Tütek vd., 2012:69; Goodwin ve Wright, 2004:95; Ulucan, 2007:348; Alptekin, 2003:322).

- Belirlilik altında karar verme
- Belirsizlik altında karar verme
- Risk altında karar verme
- Rekabet altında karar verme
- Ek bilgi altında karar verme

1.3.1. Belirlilik Altında Karar Verme

Belirlilik altında karar verici, karar seçeneklerinin (alternatifler) hangi şartlara dayalı gerçekleşeceğini ve bu karar durumunda sürecin sonunda hangi sonuçları elde edeceğini tam ve kesin olarak bilir. Başka bir deyişle bir karar alma sürecinde verilen karara ilişkin tavır ve davranışların oluşturacağı olası sonuçlar önceden kesinlikle biliniyorsa bu duruma belirlilik ortamında karar verme denir. Bu karar olayının olasılık değeri kesinliği ifade ettiğinden dolayı 1'dir (Tekin, 2010:21).

1.3.2. Belirsizlik Altında Karar Verme

Belirsizlik durumundaki karar, gelecekte olması beklenen olayların ve bu olayların gerçekleşme olasılıklarının belirlenemediği belirsizlik durumu altında verilen karar problemdir (Tütek vd., 2012:69). Belirsizlik altında karar vermeye etki eden kriterler başlıca şunlardır:

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

Goodwin ve Wright (2004) ise bir karar sürecinde problemin ne tür sonuçlar getireceğinin bilinemeyeceğini belirtmişlerdir. Yeni bir ürünün piyasaya sürülmesini düşünen bir şirket, ürünün ne kadar başarılı olacağı konusunda kararsız olacak, borsadaki bir yatırımcı, belirli bir yatırımın seçilmesi halinde oluşacak getirilerden genellikle emin olamayacaktır. Yani kısaca karar verici, karar sonuçlarına ilişkin kesin bir tahminde bulunamaz. Karar vericiler belirsizlik altında karar verirken bazı kriterlerden yararlanırlar. Kötümserlik kriteri, karar sürecinde karar vericinin isteksiz ve kötümser varsayımlar içinde olduğu durumdur. Eşit olasılık kriteri, beklenen değer kavramına dayalı bir yaklaşımdır. Beklenen değer, eğer bir süreç çok sayıda tekrarlanırsa, ortalama bir sonuç olarak kabul edilebileceğinden bu durum bütün koşulların eşit ihtimalle meydana geldiğini kabul eder (Goodwin ve Wright, 2004:95). İyimserlik kriteri ise en iyi karar çıktısını oluşacak şekilde verilen karar yaklaşımıdır. Pişmanlık kriteri, karar sonucu seçim alternatifinin dışında kalan diğer seçenekler için oluşan fırsat kaybını ifade eder. Son olarak gerçekçilik kriteri ise iyimserlik ve kötümserlik derecelerinin bir aradaki optimal değerini belirtir (Ulucan, 2007:348).

1.3.3. Risk Altında Karar Verme

Risk altındaki kararda ise bir karar almak için çok sayıda farklı koşullar mevcuttur. Karar olaylarının farklı koşullar altında oluşturacağı sonuçlar farklıdır. Risk ortamında karar seçeneklerinin ne gibi sonuçları olacağı önceden bilinemez. Bundan dolayı karar verici karar ortamında olayların belli bir olasılıkla meydana geldiğini kabul ederek beklenen fayda değerini hesaplar ve bunun sonucundan en iyi

alternatifi seçer (Tekin 2010:28-29). Risk ortamında karar vermede üç kriter kullanılmaktadır.

- Fırsat kaybı kriteri
- Beklenen fayda değer kriteri
- Beklenen kayıp (zarar) kriteri

1.3.4. Ek Bilgi Altında Karar Verme

Karar verme sürecinde gelecekteki olaylar için tam anlamıyla bilgi sahibi olmak mümkün olmayabilir. Ancak bu olayların gerçekleşme olasılıklarını ayırtmak için ek kaynaklardan yararlanılabilir. Bunlar, piyasa araştırmaları, çeşitli anketler, ürün tanıtım görüşleri, uzman görüşleri, kitleyi temsil eden örneklemeler, simülasyon çalışmaları olabilir. Karar verici ek kaynakları kullanarak karar mekanizmasındaki olayın gerçekleşme olasılıklarını iyileştirecektir. Bu da doğal olarak vereceği kararı iyileştirecektir. Fakat bu ek kaynaklar genellikle karar vericiye bir maliyet unsuru oluşturur. Karar verici bu maliyete katlanmak ya da katlanmamak tercihinde bulunacaktır. Farklı kaynaklardan sağlanan ek bilgilerin olayların gerçekleşme olasılıklarını nasıl etkileyeceğini hesaplamak için Bayes İstatistiklerinden yararlanılır (Ulucan, 2007:348).

1.3.5. Rekabet Altında Karar Verme

Rekabet teorisi bir karar durumu için birden fazla karar vericinin olduğu ortamda, karar vericilerin kararlarının birbirlerini etkilediğinin bilincinde olan karar vericilerin kararlarıyla ilgilidir. İnsanlar verdikleri kararları rekabet içinde oldukları diğer insanlara karşı oluştururlar (Rasmusen, 2006:10). Rekabet altında karar verme oyun teorisi çerçevesinde ele alınır. Oyun teorisi karar teorisinin bir değişik türü olarak kabul edilebilir. Oyun teorisinin karar matrisinde koşullar yerine rakip firmanın stratejileri yerleştirilmiştir (Alptekin, 2003:322).

2. BÖLÜM: BULANIK MANTIK

Mantık, kelime anlamı olarak Arapça'da söylemek, demek, konuşmak dile getirmek manalarına gelen "ntk" (nutuk, nutk, vb.) kökünden türemiştir. Kelimenin Batı dillerindeki karşılığı ise "Logos"; akıl, düşünme, söz vb. manalarını kapsamaktadır. Genel anlamda mantık kavramına düşünme türünün ve tarzının adı olarak bakılabilir (Özlem, 2007:27).

Bulanık mantığın temel prensibi ise klasik mantık sistemlerinden farklı olarak rasyonel karar vermenin zor olduğu belirsiz ortamlarda insan düşüncesine dayalı olan kararların modellenmesini yapmaktır. Bu durum kesin ve güvenilir olmayan bilgiler referansında probleme cevap verme yeteneği olarak da tanımlanabilir (Zadeh, 1988:1).

Bu bölümde bulanık mantık kavramından, bulanık küme teorisinden, bulanık sayılar ve işlemlerinden bahsedilecektir. Son başlıkta ise bulanık sayıları net/kesin değerler haline getiren durulaştırma konusuna yer verilecektir.

2.1. BULANIK MANTIK KAVRAMI

Gerçek yaşamda karar sisteminde çok çeşitlilik ve belirsizlik yer almaktadır. Bu belirsizlik ve bilgi eksikliğinden dolayı sistemin gelecekteki durumu tamamen bilinemeyebilir. Bu belirsizlik durumu (stokastik durum) uzun yıllar boyunca olasılık teorisi ve istatistik bilimi çerçevesinde ele alınıp değerlendirilmiştir (Zimmermann, 1996:3). Karar vermenin bulanık mantık çerçevesinde ele alınması bu aşamalardan sonra olmuştur.

Kavram olarak bulanıklık olgusu ilk kez ABD'li bilim adamı Black tarafından 1937 yılında sunulmuştur (Pehlivan ve Apaydın, 2005:20). Bulanık mantık kavramı ise ilk olarak 1965 yılında California Üniversitesi'nden Lotfi A. Zadeh tarafından tasarlanmıştır. Zadeh insan karar mekanizmasının kesin sayısal bilgilerden ziyade çoğu durumda bulanık yani belirsiz olduğunu belirtmiştir. Bu kuram 1970'lere kadar bilgisayar sistemine entegre edilememesinden dolayı kontrol sistemlerinde kendine yeterince yer bulamamıştır. (Alavala 2008:1).

Temeli yıllar öncesine dayanan bulanık mantık yıllar içinde uygulama çeşitliliği ve dayanıklılık düzeyi artan bir olgu haline gelmiştir. Özellikle matematik ve fizik alanı üzerinde uygulanabilir bir kavram olarak daha da belirgin bir hale ulaşmıştır. Bulanık mantık diğer aynı düzeydeki metotların yapamadığı neyi

başarabilir? Bu sorunun cevabı olarak “bulanık mantığın diğer metotlardan ayıran ve üstünlük sağlayan özelliği kelimelerin hesaplamasını yapabilmesidir” şeklinde verilebilir. Yani kelimeleri rakamlar haline getirerek hesaplamalarını bu yolla yapmasıdır (Kacprzyk ve Zadeh, 1999:4).

Bulanık mantığın gelişimindeki en önemli etken bazı karar durumlarında klasik mantıktan daha dayanıklı olmasıdır. Gündelik yaşamda kesin olarak belirlenmesi zor olan, sınıflandırılmayan durumlar için savunulan düşüncenin doğru ya da yanlış olması adına kesin bir yargı belirtilemeyeceğinden dolayı bu durumların doğruluk değeri $[0,1]$ arasında gerçek sayılar kümesi içinden bir sayı ile derecelendirilir. Bu bağlamda klasik mantık ve bulanık mantık arasındaki farklılıklar Tablo 2.1.’de verilmiştir (Kaftan vd., 2013:17).

Tablo 2.1. Klasik Mantık ve Bulanık Mantık Arasındaki Farklılıklar

Klasik Mantık	Bulanık Mantık
A ya da A Değil	A ve A Değil
Kesin	Kısmi
Tümü veya Hiçbiri	Belirli Kısımlarda
0 ya da 1	0 ve 1 Arasında Sürekli Tüm Değerler
İkili Birimler	Bulanık Birimler

Kaynak: Kaftan vd., 2013:17.

Bulanık mantık kavramının başlıca avantajları ve bazı özellikleri aşağıda verilmiştir (Alavala, 2008:94):

- Bulanık mantık için karar durumu kesin bir yargıya dayanmaz ve yaklaşık bir karar durumu içerir.
- Bulanık mantıkta her durum derecelendirme esasına dayanır.
- Bulanık mantıkta karar sınırları klasik mantığa göre daha esnektir ve çıkarımlar bu esnek sınırlar çerçevesinde ortaya çıkar.
- Mantıksal yapıdaki herhangi bir sistem, bulanık duruma getirilebilir.
- Bulanık mantık anlaşılması basit bir sistem olup matematiksel hesaplamaları kısmen kolaydır.
- Bulanık mantık karmaşık ve doğrusal olmayan modeller için modelleme yapabilir.

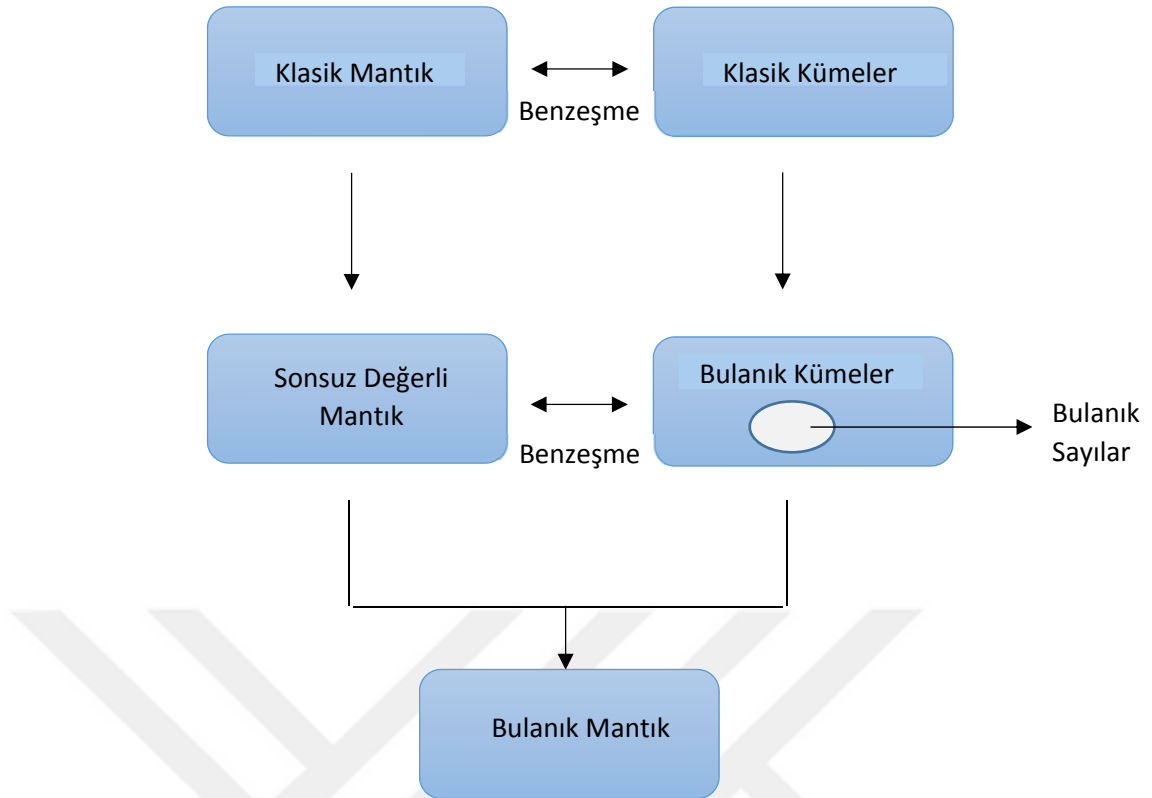
- Bulanık mantık işleyişini uzman kişi görüşleri doğrultusunda yapabilir.
- Bulanık mantık geleneksel yöntemlerle de beraber işleyebilir.
- Bulanık mantık doğal bir dile sahiptir.

Bulanık mantık kavramının dezavantajları için ise aşağıdakiler söylenebilir (McNeill ve Thro, 1994:17):

- Bulanık yani karmaşık bir sistemden model oluşturmak zordur.
- Geleneksel kontrol sistemlerinden daha kolay model tasarımlarına ve daha hızlı olmasına rağmen, bulanık sistemler işlem öncesi daha fazla simülasyon ve model için daha ayrıntılı, dikkatli bir çalışma gerektirir.

Bulanık mantık kavramı, dayanak noktası bulanık küme teorisi olan matematiksel bir disiplindir. Bulanık mantık insan düşünce yapısında olduğu gibi siyah-beyaz, hızlı-yavaş, sıcak-soğuk, uzun-kısa gibi kesin sınır çizgileri belirtmek yerine sıcak, ılık, az soğuk, soğuk, çok soğuk, uzun, ortadan uzun, ortadan kısa, kısa, vb. gibi ara değerlere göre çalışmaktadır (Elmas, 2011:22).

Bulanık mantık doğal dildeki dilsel değişkenlere odaklanır ve bunlar aracılığıyla kesin olmayan yaklaşık akıl yürütme verilerini kullanarak problem hakkında temel oluşturmayı amaçlar. Bu anlamda bulanık mantık ve klasik mantık arasında bir ilişki vardır. Şekil 2.1.'de bu ilişki verilmiştir (Bojadziev ve Bojadziev, 2007: 44). Şekil 2.1.'den yola çıkarak örneğin; klasik mantıkta siyah-beyaz olarak tanımlanan kesin sınır çizgilerinin varlığı söz konusu iken bulanık mantıkta sınır çizgilerinin siyah-beyaz arasında aynı şekilde tanımlanmasına ek olarak ara değerler olan “açık gri-gri-koyu gri” gibi ara değerler tanımlanır. Bu durum klasik mantık ve bulanık mantık arasındaki süreçsel ilişkiyi temsil eder. Bu anlamda bulanık mantık klasik mantığı kapsayıcı durumdadır.



Şekil 2.1. Bulanık Mantık ve Klasik Mantık Arasındaki İlişki
Kaynak: Bojadziev ve Bojadziev, 2007:44.

Belirsizlik Kavramı

Günlük yaşamda bir karar alırken veya bir olayın çıktıkları ile ilgilenirken sonuçları tam olarak kestirmek mümkün olmayabilir. Çok sayıda etken durumun var olduğu, özellikle insan düşüncelerinin tam olarak kestirilemediği durumlar belirsizlik oluşturur. Belirsizlik durumu rasgelelik ve bulanıklık olarak iki durumda ortaya çıkabilir.

İngilizce fuzzy kelimesine karşılık olarak Türkçe’de var olan bulanık kelimesi, kavramsal anlam olarak; sonuçları keskin ve net şekilde oluşmayan belirsiz durum demektir. Belirsiz durum sonuçlarının her biri belli bir doğruluk derecesine sahiptir ve kesinlik yoktur. Bu anlamda daha fazla deney belirsizliği azaltmayacaktır. Örneğin renk algısı insan algısına dayalı bir belirsizlik içerir. Mavi ve yeşil arasındaki birçok ton kişiden kişiye bir algı farklılığı oluşturabilir ve her kişi tarafından farklı sonuçlar meydana getirebilir (Lootsma, 1997:2).

Başka bir örnek olarak insanın boy uzunluğunu ele aldığımızda 182 cm boyundaki bir insan için uzun boylu diyelim. 182 cm ve üzeri insanlar için uzun boylu

tanımı yapabiliriz. Fakat bu tanımlama 180 cm boyundaki bir insan için uzun boylu kavramını karşılayamayacaktır. Benzer şekilde farklı ülkeler için uzun boylu kavramının tanımı değişkenlik gösterebilir. İşte bu durum bir belirsizlik yani bulanıklık oluşturmaktadır. Klasik kümeler tanımlanan bu kavramın kesin özelliklerini karşılarken bulanık kümeler ise kesin olmayan özelliklerini karşılar. Rasgelelik kavramı belli bir olasılıkla o değer ilgili kümede var olup olmadığını belirlerken, bulanıklık kavramı kesinlik içermez. Özetle bulanıklık, bir olayın belirsizliğini ifade ederken, rasgelelik bir olayın meydana gelme olasılığını gösterir (Ross vd., 2002:29-31).

Klasik mantık yaklaşımı belirsizlik durumunu olasılık teorisi açısından ele almıştır. Matematik ve mühendislik dallarında mekanik çözümlerdeki belirsizlikler istatistiksel çıkarımlarla sağlanmıştır. Fakat bu yöntem belirsizlik durumunu çözmek için yeterli değildir. Bu tür bir yaklaşım sistem içindeki tüm problemlerinin sadece küçük bir kısmını temsil edebilir (Klir ve Yuan, 1995:2).

Bulanık mantıkta değerler $[0,1]$ aralığında bir üyelik fonksiyonuna sahiptir. Klasik mantık ise değerleri kesin olarak belirlediği için üyelik fonksiyonu 0 veya 1 şeklinde iki değer alır. Bulanık mantık belirsizlik içerdiğinden $[0,1]$ aralığında sürekli (bu aralıkta her değeri alabilen) bir üyelik fonksiyonuna sahiptir (Zadeh, 1965:339).

Zadeh'in önerdiği bulanık küme teorisinden bu yana olasılık teorisi ve bulanık teori arasındaki ilişki tartışma konusu olmuştur. Her iki teori de belli noktalarda belirsizlik içermesi ve ölçüm aralığı $[0,1]$ arasında değişmesi (bulanık kümelerde normalize durumda) ile benzerlik göstermektedir (Zimmermann, 1996:109).

2.2. BULANIK KÜME TEORİSİ

İnsan kararlarının karmaşık yapıda olduğu ve kesinlik içeren klasik mantık kavramı tarafından yeterli şekilde karşılanamayacağı sorununa çözüm olarak Zadeh (1965), kesinlik içermeyen karmaşık yapıdaki kararları üyelik fonksiyonları ile tanımlamıştır. Bulanık küme kavramı sürekli üyelik derecesine sahip olan nesnelere sınıftır. Bulanık küme, her nesneye 0 ile 1 arasında değişen (0 ve 1 dâhil) üyelik derecesi atayan bir üyelik işlevi ile karakterize edilir (Zadeh, 1965:338). Bu derece, nesnenin bulanık küme ile tanımlanan olaya ne kadar yakın veya uyumlu olduğunu gösterir. Bu üyelik derecesi, yüksek veya düşük olabilir (Singh ve Tiong, 2005:63). Bulanık mantıkta söz konusu olan üyelik derecesini üç aşamada ele almak

mümkündür. Bu aşamalar, üyelik kavramı açısından $[0,1]$ arasındaki değerlere karşılık gelen üyelik değerleridir. “0” ile “1” arasında değer alan nesne kısmi üyeliğe sahipken “0” değeri alan nesne üye olmamayı “1” değeri alan nesne ise tam üyelik durumunu belirtir (Baykal ve Beyan, 2004a:74).

Klasik küme sınırları kesin çizgilerle oluşturulmuştur. Bu durumu bir örnekle açıklamak gerekirse; A klasik küme olmak üzere bu kümenin elemanlarını 6'dan büyük gerçek sayılar olarak belirlersek tanım kümesi şu şekilde olacaktır (Jang vd, 1997:13).

$$A = \{x|x > 6\} \quad (2.1)$$

Burada kesin bir şekilde belirlenen sınırın varlığı bizi; eğer x sayısı 6'dan büyükse A kümesine aittir, aksi halde değildir sonucuna ulaştırır. Klasik küme teorisi matematik ve bilgisayar bilimi üzerine oldukça elverişli bir işlem yapısına sahip olmasına rağmen insan düşünce yapısının soyut belirsiz durumlarını karşılayacak yeterliliğe sahip değildir.

Klasik küme teorisinde karar evreni içindeki nesnelere kümeye üyelikleri bakımından iki değerlidir. X evreninde A klasik küme olmak üzere μ_A ;

$$\mu_A: X \rightarrow \{0,1\} \quad (2.2)$$

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1; & x \in X \\ 0; & x \notin X \end{cases} \quad (2.3)$$

şeklinde ifade edilir. Burada μ_A üyelik fonksiyonunu belirtmektedir.

Buna göre, x nesnesi A kümesi elemanı ise $\mu_A(x) = 1$ değerini alırken, aksi halde kümenin elemanı olmama durumunda $\mu_A(x) = 0$ değerini alacaktır (Tanaka, 1997:9).

Klasik küme teorisinin dayanak noktası, karar uzayında bir nesnenin bir kümenin elemanı olması veya olmaması üzerine temellenir. Bir nesnenin kümeye ait olup olmama durumu için çok kesin ve net bir ayırım söz konusudur. Eğer “bu nesne bu kümeye ait mi?” sorusu sorulursa verilen cevap kesin çizgileri olan “hayır” ya da “evet” olacaktır. Bu durum deterministik ve stokastik olaylar için de aynı anda geçerlidir. Bu durumu olasılık ve istatistik açısından ele aldığımızda örneğin bir nesnenin bir kümeye üye olma olasılığı araştırıldığında “nesne bu kümeye %90 olasılıkla üyedir” gibi bir cevap alabiliriz. Bu sonuç bizi yine aynı şekilde nesne

kümenin elemanıdır ya da elemanı değildir gibi bir sonuca götürmektedir. Bir nesnenin %90 olasılıkla bir küme içinde olduğunun tahmini o nesnenin %10 olasılıkla o kümenin elemanı olmadığı anlamına gelmez. Yani nesnenin hem üye hem de üye olmama durumu söz konusu değildir. Bu bağlamda açıkça belirtmek gerekirse klasik küme teorisi bir nesnenin aynı anda iki küme içinde var olmasına izin vermez. Bu yüzden birçok karmaşık gerçek hayat problemleri sınırları kesin çizgiler ile belirlenmiş klasik teori açısından ele alınıp çözümlenemez. Klasik kümenin aksine bulanık küme teorisinin kesin çizgileri yoktur. Bulanık küme teorisi bu nedenden dolayı klasik küme teorisinin genelleştirilmiş halidir (Guanrong ve Tat, 2001:1).

2.2.1. Üyelik Fonksiyonu

Klasik kümede tanımlanan bir evrendeki nesnelerin üyelikleri iki şekilde tanımlanmıştır. Bunlardan biri tanımlanan kümeye ait olanlar ve diğeri tanımlanan kümeye ait olmayanlar şeklindedir. Bu tanımdan hareketle klasik küme üyelik fonksiyonu iki değerli olup 0 ve 1 değerini alan değerlerden oluşmaktadır. (Celikyilmaz ve Turksen, 2009:12). Bulanık kümede ise üyelik dereceleri arası geçişler net ve keskin olmayıp daha yumuşak ve sürekli bir şekilde olmaktadır. Nesnelerin bulanık kümeye üyelik dereceleri kısmi değerdedir. Klasik küme için tanımlanan üyelik fonksiyonu değeri, $\mu_A: A \rightarrow \{0,1\}$, iken bu tanım bulanık kümelerde yerini $\mu_{\tilde{A}}: A \rightarrow [0,1]$ değerine bırakır. Küme üyelik değerlerinin büyük veya küçük olmasına göre değişiklik gösteren eğriye üyelik fonksiyonu (önem eğrisi) denir (Baykal ve Beyan, 2004a:76).

Yine aynı şekilde \tilde{A} bulanık kümesi için tanımlanmış x elamanı için üyelik derecesi tanımı;

$$\tilde{A} = \{(x, \mu_{\tilde{A}}(x)) | x \in X\} \quad (2.4)$$

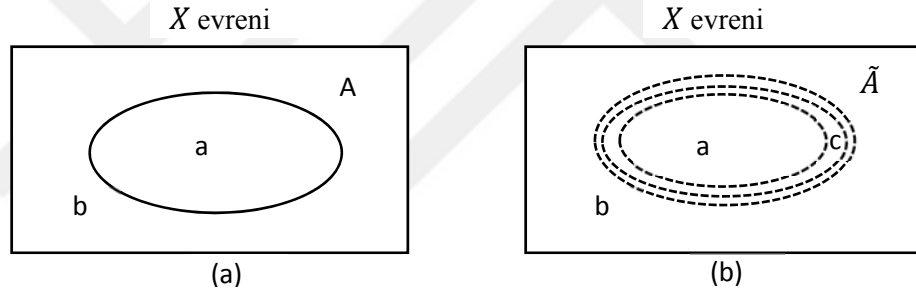
şeklinde ifade edilebilir. Burada tanım aralığı $0 \leq \mu_{\tilde{A}}(x) \leq 1$ değerleri arasında olurken “~” simgesi bulanıklığı gösterir. $\mu_{\tilde{A}}(x)$ ise bulanık üyelik derecesini ifade eder. Ayrıca X evreni için tanım kümesi, sürekli ve kesikli olduğu hesaplamalar Eşitlik 2.5 ve Eşitlik 2.6’da verilmiştir (Mendel; 2001:28-29).

$$\tilde{A} = \int_{x \in X} \mu_{\tilde{A}}(x) / x \, dx \quad (2.5)$$

$$\tilde{A} = \sum_{x \in X_d} \mu_{\tilde{A}}(x) / x \quad (2.6)$$

Burada tanımlanan $\mu_{\tilde{A}}$ fonksiyonu $[0,1]$ kapalı aralığında gerçek bir sayıyı ifade ederken 1 değeri nesnenin kümenin tam üyesi olduğunu, 0 değeri ise nesnenin kümenin üyesi olmadığını ifade eder (Zadeh, 1975: 222).

Karar probleminde söz konusu araştırma evreni verilen problem hakkında mevcut tüm bilgilerin evrenidir. Araştırma evreni tanımlandıktan sonra bu bilgi alanı üzerindeki belirli olayları kümeler halinde tanımlayabiliriz. Bu kümeleri evrendeki ilgilenilen olayların matematiksel sınırlarını oluşturarak tanımlayabiliriz. Şekil 2.2.'de bir araştırma evreni içindeki belirli olayların evren içindeki kümede yer alan konumları gösterilmiştir. Şekil 2.2a.'da X evreni içinde A kümesi klasik kümeyi göstermektedir. Klasik bir küme, kesin sınırlarla tanımlanır. Yani A kümesi sınır çizgileri kesin ve net olan bir küme olup belirsizlik yoktur. Bulanık küme ise sınırları keskin olmayan belirsizlik içeren bir yaklaşıma sahiptir. Şekil 2.2b.'de X evreni içinde \tilde{A} kümesi bulanık kümeyi göstermektedir (Ross, 2004:24).



Şekil 2.2. Klasik ve Bulanık Küme Şematik Gösterimi
Kaynak: Ross, 2004:24.

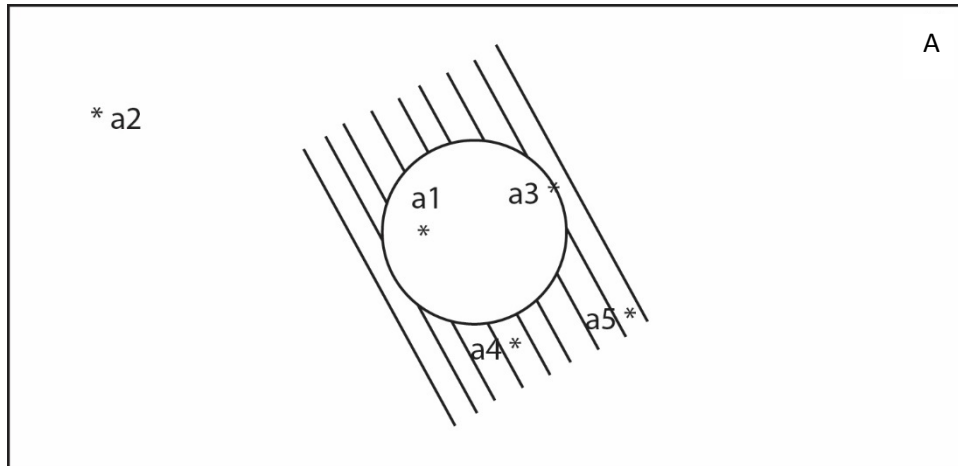
Burada Şekil 2.2a.'da a noktası kesin bir ifade ile A kümesi içinde yer almaktadır. b ise kesin sınır çizgileri belli olan A kümesinin dışında, kümeye ait bir nokta değildir. Şekil 2.2b.'de ise gölgeli sınır belirsizlik sınırını gösterir. Küme içinde a noktası kümenin tam üyesidir, b noktası ise kümenin dışında bir nokta olup kümeye ait bir nokta değildir. Ancak, sınır bölgesinde olan c noktasının üyeliği belirsizdir. Buradaki a noktası tam üyelik durumunu temsil ederken 1 değerini alır. b noktası ise üyelik dışı olarak 0 değerini alır. c noktası ise gölgeli alanda yer almakta olup kısmi üyeliğe sahiptir. c noktası tam üyelik veya tam üyelik dışı durumlarından hariç belirsizlik durumunda olup $[0,1]$ aralığında bir değere sahiptir.

Üyelik fonksiyonlarının belirlenmesinde uzman kişi görüşlerinin oluşturduğu küme tanımları etkin rol oynar. Bu üyelik fonksiyonları, kesin sınırları olan

algoritmalar ile değil insan doğasının gereği olan sezgisel, belirli bilgi birikimi sonucu açığa çıkan ve deneyim içeren karar mekanizmaları tarafından oluşturulur. Örneğin “uzun erkekler”, “güzel kadınlar”, “hızlı arabalar” ve “hafif artış” gibi dilsel terimler, bulanık kümeler tarafından temsil edilebilecek bulanık etiketler veya bulanık tanımlayıcılardır. Bir kümedeki üyelik öznel olup bir şekilde belirsizlik taşır (Silva, 1995:46,69).

Bulanık kümeler ile klasik kümelerin ayırımına varmak için aşağıdaki örnekler açıklayıcı olacaktır (Lai ve Hwang, 1992:15).

Klasik küme teorisinde bir nesne belirlenen A kümesine aittir veya ait değildir şeklinde tanımlanır. Örneğin bir atış müsabakasında atışların çember şeklindeki hedefin içinde olup olmadığı veya yakın olup olmadığı durumu ile ilgilenilsin. Klasik teori açısından, eğer atış çemberin içine denk gelirse atışı yapan iyi atıcı, aksi halde çemberin dışına gelirse kötü atıcı ünvanını alacaktır. Şekil 2.3.'e göre a2 atışı için kötü bir atış, a1 atışı için iyi bir atış denilebilir. Fakat a3, a4 ve a5 atışları için klasik mantıkta bazı sorunlar ortaya çıkmaktadır. Bu açıdan bakıldığında bu üç atış belirli dereceye kadar benzer bir başarı göstermektedir. Bu nedenle atışın ne kadar iyi olduğunu belirlemek için iyi atıcılara ait bir derece ölçüsü geliştirilmelidir (Lai ve Hwang, 1992:15).

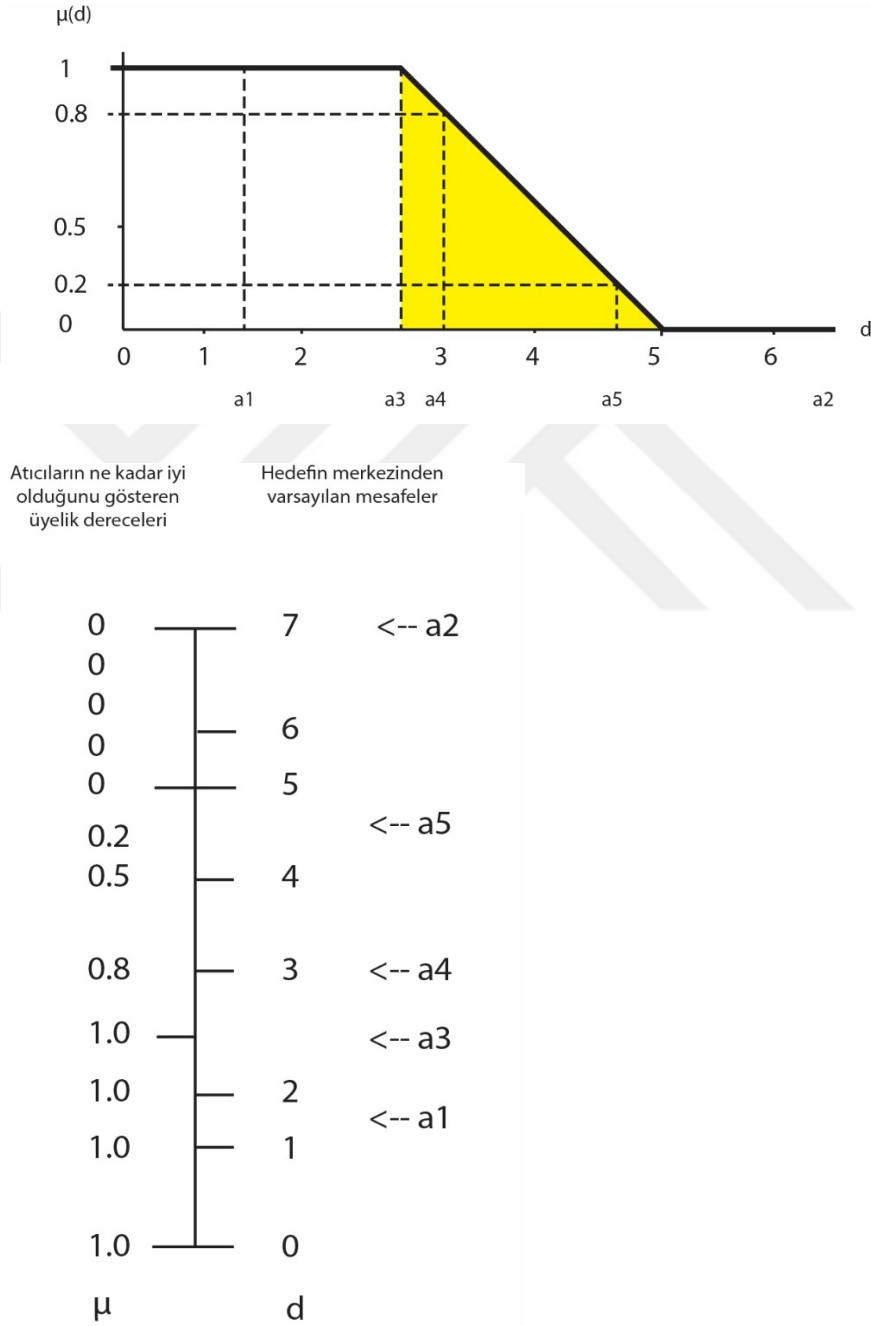


Şekil 2.3. Atıcıların Başarı Durumu

Şekil 2.3.'e göre taralı bölge iyi atıcılar kümesine ait üyelik derecesini tanımlamaktadır. Burada a1 ve a3 kesin derece ile iyi atış olarak tanımlanırken, a4 ve a5 kesin iyi atış veya kesin kötü atış değildir. Üyelik derecesi A hedef bölgesi için

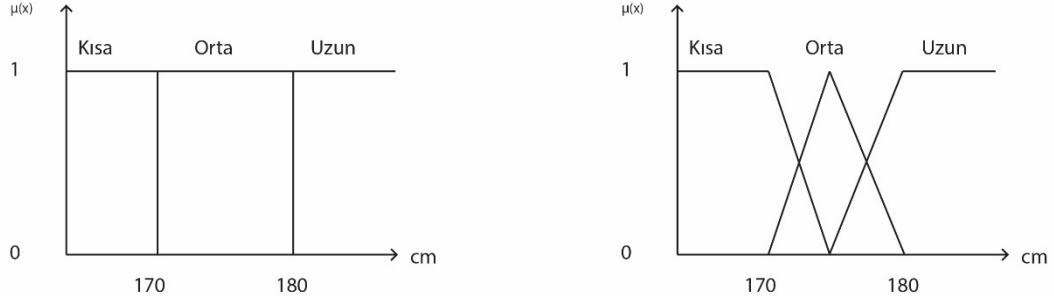
atışların uzaklığı d (distance) ile orantılı olarak sayısal bir ölçüt ile belirlenir. Bu sayısal ölçüt $[0,1]$ aralığında gerçekte sayılardır.

μ üyelik derecesini göstermek üzere Şekil 2.4.'de $\mu(a_4) = 0.8$ ve $\mu(a_5) = 0.2$ üyelik derecesine sahiptir. a_1 ve a_3 tam üye olarak 1 üyelik derecesine sahipken a_2 ise tam üyelik dışı olduğundan 0 değerini alır. Sarı boyalı bölge ise bulanık alanı ifade etmektedir.



Şekil 2.4. Atıcıların Skor Değerleri ve Üyelik Dereceleri

Klasik kümelerde üye nesnelere için karakteristik tanımlama yapılırken, bulanık kümeler için üye nesnelere üyelik fonksiyonları ile ifade edilir. Bu tanım farkını aşağıdaki boy örneği yardımıyla açıklayabiliriz (Tanaka, 1997:10-11).



Şekil 2.5. Boy Örneği İçin Klasik Küme ve Bulanık Küme Üyelik Fonksiyonları Karşılaştırması

Şekil 2.5.'deki klasik mantık ve bulanık mantık üyelik fonksiyonları tanımları için üç kişinin boy uzunlukları şu şekilde verilmiş olsun;

- 1.kişi: 179 cm
- 2.kişi: 171 cm
- 3.kişi:168 cm

Bu üç kişinin boy uzunluklarına göre tanımlama yapılırsa klasik kümeler için 1. ve 2. kişiler orta boy kümesine ait olup 3. kişi ise kısa boy kümesine ait olacaktır. 1. ve 2. Kişiler arasında boy farkı fazla olmasına rağmen ikisi de aynı gruba dâhil olurken, 2. ve 3. kişiler arasında çok az fark olmasına rağmen farklı grupta yer almışlardır (Tanaka, 1997: 10-12).

Tablo 2.2. Boy Örneği İçin Klasik Küme Üyelik Fonksiyonu

	Boy uzunluğu	Kısa	Orta	Uzun
1.kişi	179 cm	0	1	0
2.kişi	171 cm	0	1	0
3.kişi	168 cm	1	0	0

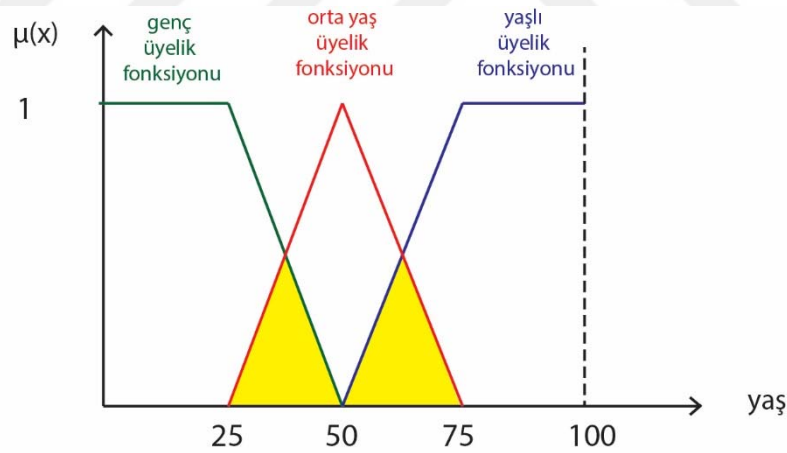
Tablo 2.2.'de belirtilen klasik kümede 1.kişi ve 2. kişi orta boylu iken, kısa ve uzun boylu durumu 0'dır. Aynı şekilde 3. kişi kısa boylu iken, orta ve uzun boylu olma durumu 0'dır.

Tablo 2.3.Boy Örneği İçin Bulanık Küme Üyelik Fonksiyonu

	Boy uzunluğu	kısa	orta	uzun
1.kişi	179 cm	0.0	0.4	0.6
2.kişi	171 cm	0.4	0.6	0.0
3.kişi	168 cm	0.7	0.3	0.0

Tablo 2.3.'de belirtilen bulanık kümede ise 1.kişi orta boy kümesi için 0.4 değerinde üyeliğe dâhilken aynı zamanda 0.6 değerinde uzun boy kümesine dâhildir. Aynı şekilde 2. kişi kısa boy kümesi için 0.4 değerinde üyeliğe dâhilken aynı zamanda 0.6 değerinde orta boy kümesine dâhildir ve 3. kişi kısa boy kümesi için 0.7 değerinde üyeliğe dâhilken aynı zamanda 0.3 değerinde orta boy kümesine dâhildir.

Üyelik değerleri, bir nesnenin bulanık kümeye ait olduğu dereceyi gösterir. Üyelik fonksiyonları genellikle tanımlanan kümeyi temsil eden düz bir hat ile formüle edilmiştir. Gerçek hayattaki üyelik değerleri ise üçgen, yamuk veya Gaussian üyelik fonksiyonları gibi tanımlanan küme çerçevesinde nesnelere dağılımının iç içe geçmiş dağılımlara benzer hali biçimindedir (Celikyilmaz ve Turksen, 2009:12).



Şekil 2.6. Yaş Örneği Üyelik Fonksiyonları

Şekil 2.6.'ya göre yeşil alan yaşlı genç insanları temsil ederken kırmızı alan orta yaşlı insanları ve mavi alan yaşlı insanları temsil etmektedir. Sarı alanlar ise belirsizlik içeren bulanık alanlardır. 25 ile 50 yaş arasını temsil eden sarı alan bu yaştaki insanları genç ve orta yaş açısından bulanık bir duruma sahip olduğunu göstermektedir. Bu bölgede belirlenen bir değer, üyelik fonksiyonu açısından hem genç üyelik fonksiyonu hemde orta yaş üyelik fonksiyonuna dahildir. Açıkça görüleceği üzere her iki üyelik fonksiyonun toplam değeri 1'dir.

2.2.2. Üyelik Fonksiyonu Tipleri

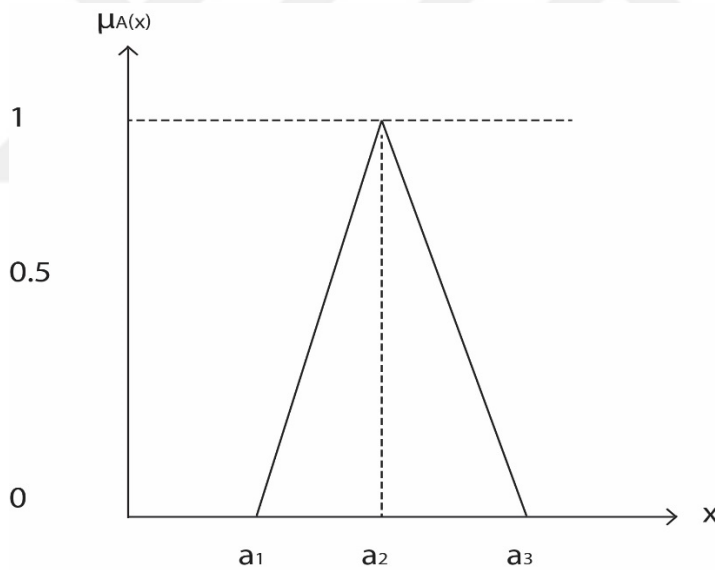
Literatürde çok sayıda üyelik fonksiyonu tanımlanmıştır. Bunlardan en yaygın olarak kullanılanları üçgen, yamuk, Gaussian, çan eğrisi, sigmodial, S ve π üyelik fonksiyonlarıdır. Bu başlıkta ise üçgen, yamuk, Gaussian ve çan eğrisi üyelik fonksiyonlarından bahsedilecektir (Baykal ve Beyan 2004a:78).

Üçgen Üyelik Fonksiyonu

Bu üyelik fonksiyonunu tanımlayan üç parametre mevcuttur. a_1, a_2, a_3 üçgen üyelik fonksiyonunu tanımlayan parametreler olmak üzere, üyelik fonksiyonu için ifade edilen matematiksel gösterim Eşitlik 2.7'de verilmiştir.

$$\mu_{\tilde{A}}(x; a_1, a_2, a_3) = \begin{cases} (x - a_1)/(a_2 - a_1) & , \quad a_1 \leq x \leq a_2 \\ (a_3 - x)/(a_3 - a_2) & , \quad a_2 \leq x \leq a_3 \\ 0 & , \quad x > a_3 \text{ veya } x < a_1 \end{cases} \quad (2.7)$$

Üçgen üyelik fonksiyonunun gösterimi Şekil 2.7.'deki gibidir.



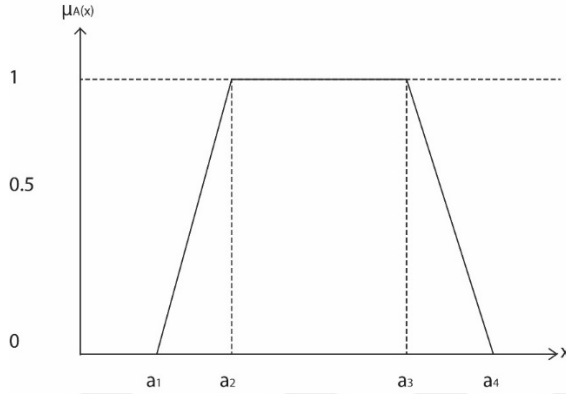
Şekil 2.7. Üçgen Üyelik Fonksiyonu

Yamuk Üyelik Fonksiyonu

Yamuk üyelik fonksiyonu üçgen üyelik fonksiyonunun özel bir durumudur ve dört parametre ile tanımlanır. a_1, a_2, a_3, a_4 yamuk üyelik fonksiyonunu tanımlayan parametreler olmak üzere, üyelik fonksiyonu için ifade edilen matematiksel gösterim Eşitlik 2.8'de verilmiştir.

$$\mu_{\tilde{A}}(x; a_1, a_2, a_3, a_4) = \begin{cases} (x - a_1)/(a_2 - a_1) & , \quad a_1 \leq x \leq a_2 \\ 1 & , \quad a_2 \leq x \leq a_3 \\ (a_4 - x)/(a_4 - a_3) & , \quad a_3 \leq x \leq a_4 \\ 0 & , \quad x > a_4 \text{ veya } x < a_1 \end{cases} \quad (2.8)$$

Yamuk üyelik fonksiyonunun gösterimi Şekil 2.8.'deki gibidir.



Şekil 2.8. Yamuk Üyelik Fonksiyonu

Gerek formüllerin basit oluşu ve gerekse bilgi işleme etkinliklerinin iyi olması nedeniyle yamuk üyelik fonksiyonları ve üçgen üyelik fonksiyonları kullanımı yaygın olan fonksiyonlardır.

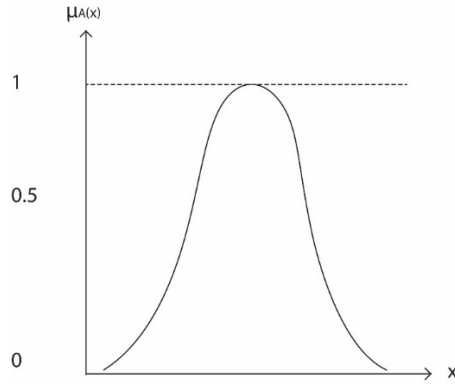
Gaussian Üyelik Fonksiyonu

m ve σ Gaussian üyelik fonksiyonunu tanımlayan iki parametre olmak üzere, üyelik fonksiyonu için ifade edilen matematiksel gösterim Eşitlik 2.9'da verilmiştir.

$$\mu_{\tilde{A}}(x; m, \sigma) = \exp\left\{\frac{-(x-m)^2}{2\sigma^2}\right\} \quad (2.9)$$

Burada m parametresi fonksiyon merkezini ve σ fonksiyon genişliğini ifade eder. σ değerinin değişmesi durumunda fonksiyonun biçimi değişir. σ 'nın küçük olma durumunda fonksiyon daha ince olurken, değer büyüdükçe üyelik fonksiyonu gittikçe yayvan hal almaktadır (Baykal ve Beyan 2004a:79).

Gaussian üyelik fonksiyonunun gösterimi Şekil 2.9.'daki gibidir.



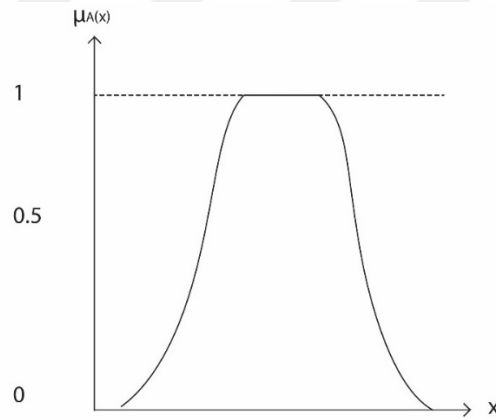
Şekil 2.9. Gaussian Üyelik Fonksiyonu

Çan Eğrisi Üyelik Fonksiyonu

Bu üyelik fonksiyonu da a_1, a_2, a_3 parametreleri ile tanımlanır. Çan eğrisi üyelik fonksiyonunun matematiksel gösterimi Eşitlik 2.10'da verilmiştir

$$\mu_{\tilde{A}}(x; a_1, a_2, a_3) = \left\{ \frac{1}{1 + \left| \frac{x-a_3}{a_1} \right|^{a_2}} \right\} \quad (2.10)$$

Çan eğrisi üyelik fonksiyonunun gösterimi Şekil 2.10.'daki gibidir.



Şekil 2.10. Çan Eğrisi Üyelik Fonksiyonu

Üyelik Fonksiyonunun Kısımları

Üyelik derecesi 1 olan nesnelerin kesin olarak sadece o alt kümeyle ait olduğu söylenebilir. Genel anlamda bu üyelik derecesinde olan nesneler alt kümenin merkez kısmında toplanmıştır. Bu nesnelerin bulunduğu bölgeye öz (core) denir. Bu kısımda $\mu_{\tilde{A}}(x) = 1$ 'dir. Bir alt kümenin tüm nesnelerini içeren aralığa ise dayanak (support) bölgesi denirken, üyelik dereceleri 1'e veya 0'a eşit olmayan nesnelerin oluşturduğu

bölge ise sınır (boundary) veya geçiş bölgesi denir (Şen, 2009:41-42). E evrensel küme ve $\mu_{\bar{A}}$ üyelik fonksiyonu olmak üzere bu bölgelerin formülüne halleri aşağıdaki gibidir.

$$\mu_{\bar{A}} = 1 \rightarrow \text{öz}$$

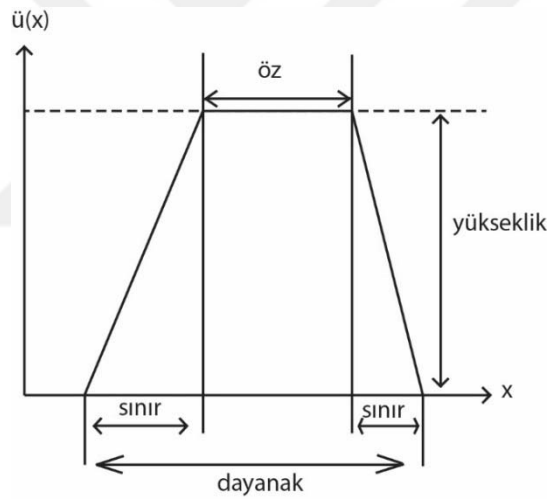
$$\mu_{\bar{A}} > 0 \rightarrow \text{dayanak} \quad (2.11)$$

$$0 < \mu_{\bar{A}}(x) < 1 \rightarrow \text{sınırlar}$$

$$\text{dayanak}(A) = \{x \in E \mid \mu_{\bar{A}}(x) > 0\}$$

En genel hali ile yamuk üyelik fonksiyonu Şekil 2.11.'de gösterilen kısımlara sahiptir.

Yamuk bir bulanık alt kümede üyelik derecesi 1 olan nesne sayısı birden fazla olabilirken üçgen bulanık alt kümede ise sadece bir nesnenin üyelik derecesi 1'e eşittir (tepe noktası).



Şekil 2.11. Yamuk Üyelik Fonksiyonunun Kısımları

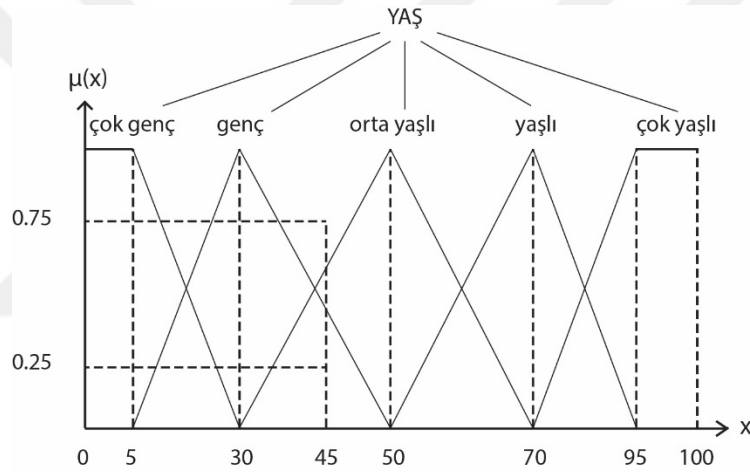
2.2.3 Sözel Değişkenler

Değişken değerleri olarak, günlük hayatta kullanılan doğal veya sanatsal kelimeler veya cümleler alan değişkenlere dilsel değişkenler denir (Bojadziev ve Bojadziev, 2007: 44)

Gerçek yaşamda kullandığımız kelimeler bazen anlamlandırma açısından karmaşıklık, sübjektiflik veya belirsizlik gösterebilir. Bu durumda dilsel bir değişkenin bulanık kümelerle dayanarak tanımlanmasının sözel değişkenler aracılığıyla yapılması gerekir. Dilsel değişkenler, ifade karmaşası oluşan, açıkça ifade edilemeyen kavramlar

için yaklaşık bir nitelendirme sunar. Bu anlamda dilsel değişkenler, sözel ifadeleri bulanık kümeler için işlem yeteneği oluşturan bir matematiksel ifadeye dönüştürürler (Paksoy vd., 2013:21).

Örneğin yaş kelimesi doğal hayatta kullanılan yaşam süresini tanımlayan ve birçok değer alabilen ve bu nedenle belirsizlik içeren bir kavramdır. Yaş değişkeni çok genç, genç, orta yaş, yaşlı, çok yaşlı olarak bulanık kümelere sahip bir değişken olarak ifade edilen sözel bir değişkendir ve temel değişkeni temsil eder. Her terim anlamlı bir üyelik fonksiyonu ile tanımlanır. Çalışma evreni $[0,100]$ olmak üzere çok genç, genç, orta yaş, yaşlı ve çok yaşlı kümelerini belirten üçgen bulanık sayılar ile tanımlanmış değişkenin gösterimi Şekil 2.12.'de verilmiştir (Bojadziej ve Bojadziej, 2007: 45).



Şekil 2.12. Yaş Dilsel Değişkeni Tanım Aralıkları

Aşağıda yaş değişkenine ait nesnelere ait üyelik fonksiyonları verilmiştir.

$$\mu_{\text{çok genç}}(x) = \begin{cases} 1, & 0 < x \leq 5 \\ \frac{30-x}{25}, & 5 \leq x \leq 30 \end{cases}, \quad \mu_{\text{genç}}(x) = \begin{cases} \frac{x-25}{25}, & 5 \leq x \leq 30 \\ \frac{50-x}{20}, & 30 \leq x \leq 50 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{orta yaşlı}}(x) = \begin{cases} \frac{x-30}{20}, & 30 \leq x \leq 50 \\ \frac{70-x}{20}, & 50 \leq x \leq 70 \end{cases}, \quad \mu_{\text{yaşlı}}(x) = \begin{cases} \frac{x-50}{20}, & 50 \leq x \leq 70 \\ \frac{95-x}{25}, & 70 \leq x \leq 95 \end{cases}$$

$$\mu_{\text{çok yaşlı}}(x) = \begin{cases} \frac{x-70}{25}, & 70 \leq x \leq 95 \\ 1, & 95 \leq x \leq 100 \end{cases}$$

Örneğin 45 yaşındaki bir kişi 0.25'inci dereceden genç grubuna aitken, 0.75'inci dereceden orta yaş grubuna aittir. Bu hesaplama 45 yaş aralığının ait olduğunu fonksiyonlarda yerine koyarak yapılır (Bojadziev ve Bojadziev, 2007:46).

2.2.4. Bulanık Kümelerde Kavramsal Özellikler

Yükseklik

A bulanık kümesi için yükseklik $h(\tilde{A})$, üyelik fonksiyonu içerisinde en büyük üyelik derecesinin değerinin bulunduğu nokta olarak ifade edilir. Yükseklik, Eşitlik 2.12'de verilmiştir (Dubois ve Henri, 1980:10).

$$h(\tilde{A}) = \sup[\mu_{\tilde{A}}(x)], \quad \forall x \in E \quad (2.12)$$

Normallik

Eşitlik 2.12'den yola çıkarak bulanık \tilde{A} kümesinin yüksekliği 1 olduğunda bu kümeye normal küme, 1'den küçük yüksekliğe sahip durumlarda ise \tilde{A} kümesi normal altı (subnormal) küme olarak ifade edilir. Normal ve normal altı küme Eşitlik 2.13 ve Eşitlik 2.14'de verilmiştir (Klir ve Yuan, 1995:21).

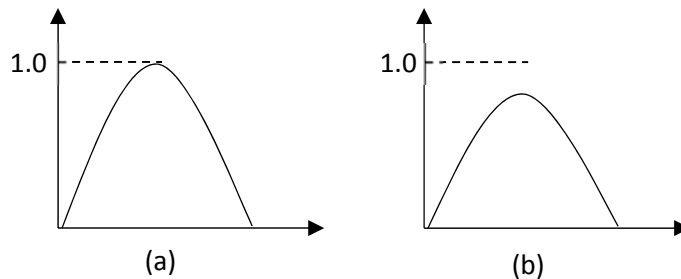
Normal küme:

$$h(\tilde{A}) = \sup[\mu_{\tilde{A}}(x)] = 1; \quad \forall x \in E \quad (2.13)$$

Normal altı küme:

$$h(\tilde{A}) = \sup[\mu_{\tilde{A}}(x)] < 1; \quad \forall x \in E \quad (2.14)$$

Normal altı bulanık küme dışbükey olmaları şartı ile tüm üyelik derecelerinin sahip olduğu mevcut en büyük üyelik derecesine bölünmesi ile normal hale gelebilir. Şekil 2.13.'de normal ve normal altı bulanık kümeler ifade edilmektedir (Baykal ve Beyan, 2004b:85).

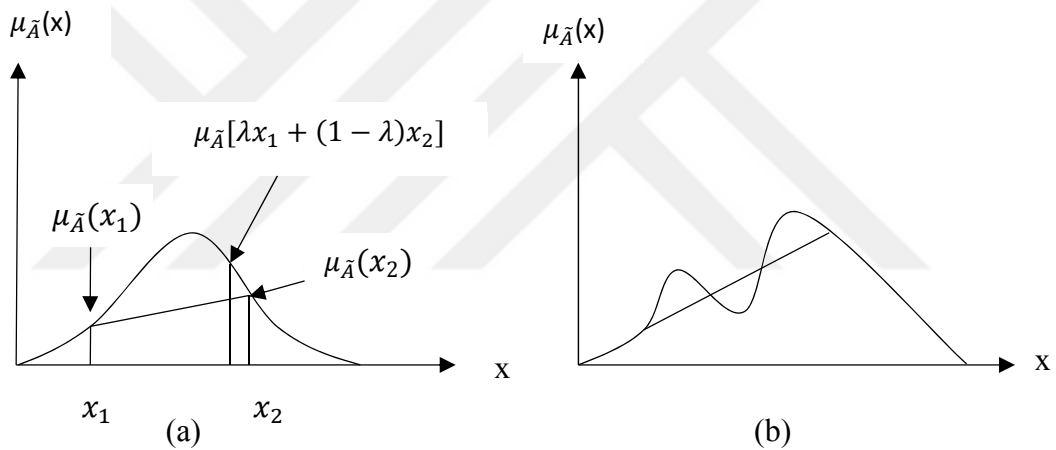


Şekil 2.13. Normal (a) ve Normal Altı (b) Bulanık Kümeler

Bulanık bir küme için normallik kavramı en az bir tane üyelik derecesi 1 olan nesne bulunma şartını sağlar (Şen, 2009: 42).

Dışbükeylik (Konvekslik)

Bulanık kümenin diğer bir özelliği olarak dışbükeylik (konvekslik) belirtilebilir. Bulanık kümelerde dışbükey durumdaki üyelik fonksiyonu kümenin dayanağı üzerinde sürekli artar, azalır veya üçgen üyelik fonksiyonundaki gibi ilk olarak sürekli şekilde 0'dan 1 oluncaya kadar artar, ondan sonraki dayanağa düşen öğeler için sürekli azalır (Şen, 2009:42). Kısaca bir kümenin dışbükey olması durumu, o kümedeki herhangi iki nokta arası çizilen çizgideki her noktanın o kümenin elemanı olmasıdır (Baykal ve Beyan, 2004a: 84). Bulanık kümenin dışbükey olup olmama durumu Şekil 2.14.'de verilmiştir (Zadeh, 1965: 347).



Şekil 2.14. Dışbükey Bulanık Küme (a) ve Dışbükey Olmayan Bulanık Küme (b)

\tilde{A} bulanık kümesinin Γ_α ile Eşitlik 2.15 için tanımlanmış ve $(0,1]$ aralığındaki tüm α değerleri dışbükeydir.

$$\Gamma_\alpha = \{x | \mu_{\tilde{A}}(x) \geq \alpha\} \quad (2.15)$$

Alternatif ve daha doğrudan tanım Eşitlik 2.16'da verilmiştir.

$$\mu_{\tilde{A}}[\lambda x_1 + (1 - \lambda)x_2] \geq \text{Min}[\mu_{\tilde{A}}(x_1), \mu_{\tilde{A}}(x_2)] \quad (2.16)$$

Burada tüm x_1 ve $x_2 \in X$ ve $\lambda \in [0,1]$ koşulunu sağlamaktadır (Zadeh, 1965:347).

Simetriklik

Bulanık bir \tilde{A} kümesi için üyelik fonksiyonu herhangi bir $x = c$ noktası için simetrik ise bu bulanık \tilde{A} kümesi simetrik olarak tanımlanır. Bu nokta üyelik derecelerinin 0.5 olduğu yerdeki noktadır. Simetrinin matematiksel gösterimi Eşitlik 2.17’de verilmiştir (Baykal ve Beyan, 2004a:85).

$$\mu_{\tilde{A}}(x + c) = \mu_{\tilde{A}}(c - x) \quad \forall x \in E \quad (2.17)$$

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = 0.5 \quad \longrightarrow \quad \text{Geçiş Noktası}$$

α -Kesim Düzey Kümesi

Bulanık kümelerin en önemli kavramlarından biri α -zayıf kesim düzey kümesi ve α -güçlü kesim kümesidir. X evreni içindeki bulanık \tilde{A} kümesinin nesnelere ilişkin tümünün üyelik dereceleri α değerine eşit veya büyük olduğunda α -zayıf kesim, α değerinden büyük olduğunda ise α -güçlü kesim kümesini oluşturur. Bu kümeler klasik kümelerdir. Bu doğrultuda α kesimi bulanık kümeden klasik bir küme oluşturan kesimdir denilebilir. α -kesim kümesinin matematiksel ifadesi Eşitlik 2.18 ve Eşitlik 2.19’da verilmiştir (Zimmermann, 1993:12; Celikyilmaz ve Turksen: 2009:13; Buckley, 2005:9).

Zayıf α -kesim kümesi, üyelik derecesinin α ’ya eşit veya büyük olduğu durumları ifade eder.

$$A_{\alpha} = \{x \in X \mid \mu_{\tilde{A}}(x) \geq \alpha\} \quad (2.18)$$

Güçlü α -kesim kümesi, üyelik derecesinin α ’dan büyük olduğu durumları ifade eder.

$$A_{\alpha} = \{x \in X \mid \mu_{\tilde{A}}(x) > \alpha\} \quad (2.19)$$

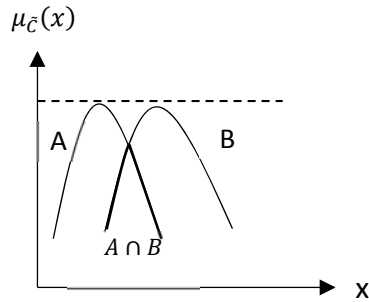
α ’nın $(0,1]$ aralığında saptanan değerleri ile oluşturulan α -kesim kümeleri, üyelik fonksiyonun farklı seviyedeki noktalarını temsil eder (Li ve Yen, 1995:15).

2.2.5. Bulanık Kümelerde Temel İşlemler

Bulanık kümeler için üyelik fonksiyonlarının ve genel özelliklerinin tanımlanmasından sonra iki bulanık küme arasındaki ilişki önem kazanmıştır. Bulanık kümelerde temel işlemler Zadeh’in 1965 yılında sunduğu kavramlar doğrultusunda aşağıda gösterilmiştir.

Kesişim işlemi

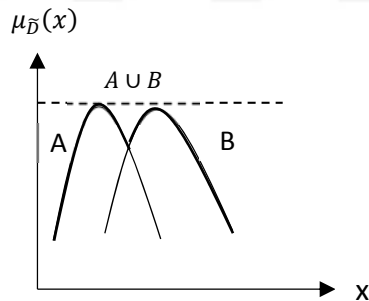
\tilde{A} ve \tilde{B} iki bulanık küme ve $\mu_{\tilde{A}}(x)$ ve $\mu_{\tilde{B}}(x)$ üyelik fonksiyonları olmak üzere $\tilde{C} = \tilde{A} \cap \tilde{B}$ kesişim işlemi $\mu_{\tilde{C}}(x) = \min\{\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)\}$, $x \in X$ şeklinde ifade edilir ve grafiği Şekil 2.15.'de verilmiştir (Zadeh 1965:340).



Şekil 2.15. İki Bulanık Kümenin Kesişimi

Birleşim işlemi

\tilde{A} ve \tilde{B} iki bulanık küme ve $\mu_{\tilde{A}}(x)$ ve $\mu_{\tilde{B}}(x)$ üyelik fonksiyonları olmak üzere $\tilde{D} = \tilde{A} \cup \tilde{B}$ birleşim işlemi $\mu_{\tilde{D}}(x) = \max\{\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)\}$, $x \in X$ şeklinde ifade edilir ve grafiği Şekil 2.16.'da verilmiştir (Zimmermann, 1996:17).



Şekil 2.16. İki Bulanık Kümenin Birleşimi

2.3. BULANIK SAYILAR

Bir bulanık sayı; dışbükey, dayanak noktası sınırlı, normal ve her üyelik derecesi kesiminde kapalı ve sonlu bir aralığa sahip bir bulanık kümedir (Şen, 2009:102). Bulanık sayılar normal ve dışbükey olmalıdır. Üyelik fonksiyonları ile tanımlanan bulanık kümeler, bulanık sayıların da üyelik fonksiyonları ile tanımlanmasını gerektirir. Bu nedenle bulanık sayı çeşidi üyelik fonksiyonu çeşidi kadardır (Baykal ve Bayan, 2004b: 115).

Gerçek bir r sayısının genelleştirilmiş hali olan bulanık bir A niceliğindeki sayı, bulanık sayıdır. Burada $\tilde{A}(x)$ ifadesi $\tilde{A}(x)$ 'in r 'ye ne kadar yaklaşık değerde olduğunun ölçüsü denilebilir ve bu durumda $\tilde{A}(r) = 1$ olması gerekmektedir (Nguyen ve Walker, 2006:52). Ayrıca bulanık bir kümenin bulanık sayı olması için α -kesim kümesi $(0,1]$ kapalı aralığında tanımlanmış ve dayanak kümesi sınırlı olmalıdır (Klir ve Yuan, 1995:97).

“Yaklaşık 3”, “yaklaşık 7”, “aşağı yukarı”, “5’den büyük yaklaşık 5” gibi ifadeler belirsizlik içerir ve bulanık sayıyı ifade eder. Bu yaklaşık değer ifade eden bulanık sayılar bulanık kümenin bir alt kümesi durumundadır. Bu yaklaşık ifadelerin aritmetik hesabını yapmak için bulanık küme işlemlerini uygulamak oldukça faydalıdır (Şen, 2009:102).

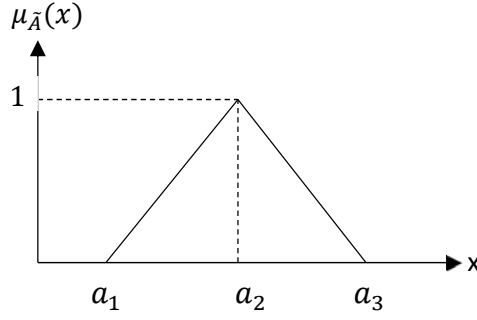
Uygulamalarda yaygın olarak üçgen (triangular) ve yamuk (trapezoidal) bulanık sayılar kullanılmaktadır. Bu çalışmada bu iki bulanık sayı açıklanacaktır.

2.3.1. Üçgen Bulanık Sayılar

Üçgen bulanık sayılar simetrik ve asimetrik şekle sahip olabilirler ve a_1, a_2, a_3 gibi üç parametre ile tanımlanırlar. Model olarak üçgen sayılar, $\alpha = 0$ seviyesi için α -kesim kümesinde orta değer olan a_2 değeri, a_2 değerinin iki tarafında bulunan en düşük a_1 sınır değeri ve en yüksek a_3 sınır değeri olarak üç parametreye sahiptir (Naresh ve Gupta, 1999:155). Üçgen bulanık sayıların üyelik fonksiyonu Eşitlik 2.20’de verilmiştir.

$$\mu_{\tilde{A}}(x; a_1, a_2, a_3) = \begin{cases} 0 & , \quad x < a_1 \\ (x - a_1)/(a_2 - a_1) & , \quad a_1 \leq x \leq a_2 \\ (a_3 - x)/(a_3 - a_2) & , \quad a_2 \leq x \leq a_3 \\ 0 & , \quad x > a_3 \end{cases} \quad (2.20)$$

Buradaki a_2 parametresinin üyelik derecesi tepe noktadaki en yüksek değeri göstermektedir. Şekil 2.17.’de üçgen bulanık sayı verilmiştir (Pedrycz ve Gomide, 1998:135).



Şekil 2.17. Üçgen Bulanık Sayı

Üçgen bulanık sayıların uygulamalarda genel kullanımları bulanık kontrol, yönetsel karar verme, işletme ve finans, sosyal bilimler alanları olmakla beraber uygulamadaki kolaylığı sebebiyle daha birçok alanda da kullanılmaktadır. Üçgen bulanık sayıların tepe noktasında (a_2) en üst yüksek değeri alan sol (a_1) ve sağ (a_3) üyelik fonksiyonlarına sahip olması grafiksel gösterimi kolaylaştırdığı gibi üçgen sayılarla da yapılan işlemleri basit hale getirir (Bojadziev ve Bojadziev, 2007:23-24).

\tilde{A} ve \tilde{B} üçgen bulanık sayıları göstermek üzere bu sayılar $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$ ve $\tilde{B} = (b_1, b_2, b_3)$ şeklinde tanımlanmış olsun. Aşağıda bu sayılar için aritmetik hesaplamalar gösterilmiştir (Opricovic, 2011:12989).

Toplama

$$\tilde{A} \oplus \tilde{B} = (a_1, a_2, a_3) \oplus (b_1, b_2, b_3) = (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3) \quad (2.21)$$

Sabit k Sayısı ile Toplama

$$\tilde{A} \oplus k = (a_1, a_2, a_3) \oplus k = (a_1 + k, a_2 + k, a_3 + k) \quad (2.22)$$

Çıkarma

$$\tilde{A} \ominus \tilde{B} = (a_1, a_2, a_3) \ominus (b_1, b_2, b_3) = (a_1 - b_3, a_2 - b_2, a_3 - b_1) \quad (2.23)$$

Sabit k Sayısı ile Çıkarma

$$\tilde{A} \ominus k = (a_1, a_2, a_3) \ominus k = (a_1 - k, a_2 - k, a_3 - k) \quad (2.24)$$

Çarpma

$$\tilde{A} \otimes \tilde{B} = (a_1, a_2, a_3) \otimes (b_1, b_2, b_3) = (a_1 \cdot b_1, a_2 \cdot b_2, a_3 \cdot b_3) \quad (2.25)$$

Sabit k Sayısı ile Çarpma

$$\tilde{A} \otimes k = (a_1, a_2, a_3) \otimes k = (a_1 \cdot k, a_2 \cdot k, a_3 \cdot k), \quad k \geq 0 \text{ için} \quad (2.26)$$

Bölme

$$\tilde{A} \oslash \tilde{B} = (a_1, a_2, a_3) \oslash (b_1, b_2, b_3) = (a_1/b_1, a_2/b_2, a_3/b_3) \quad (2.27)$$

Sabit k Sayısı ile Bölme

$$\tilde{A} \oslash k = (a_1, a_2, a_3) \oslash k = (a_1/k, a_2/k, a_3/k), \quad k \geq 0 \text{ için} \quad (2.28)$$

Ters İşlem

$$\tilde{A}^{-1} = (a_1, a_2, a_3)^{-1} \rightarrow (1/a_3, 1/a_2, 1/a_1) \quad (2.29)$$

Maksimum Değeri

$$\max \tilde{A} = (\max a_1, \max a_2, \max a_3) \quad (2.30)$$

Minimum Değeri

$$\min \tilde{A} = (\min a_1, \min a_2, \min a_3) \quad (2.31)$$

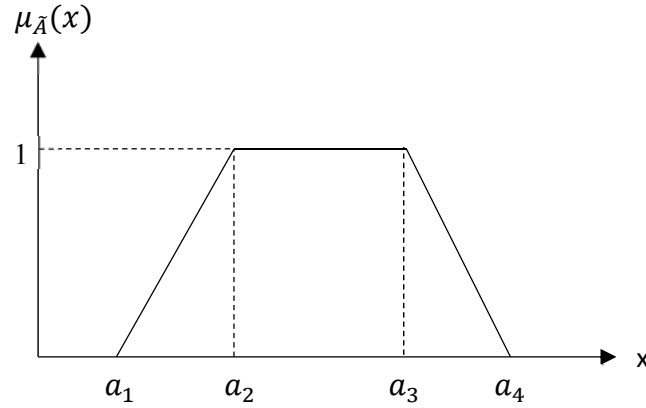
Burada " \oplus " sembolü toplama, " \ominus " sembolü çıkarma, " \otimes " sembolü ise çarpma ve " \oslash " sembolü bölme işlemini temsil etmektedir.

2.3.2. Yamuk Bulanık Sayılar

Yamuk bulanık sayılar a_1, a_2, a_3, a_4 olmak üzere dört parametre ile tanımlanırlar. Yamuksal gösterimin alt kısmını $[a_1, a_4]$ aralığı, tepe kısmını ise $[a_2, a_3]$ aralığı (bu noktada 1'e eşittir) temsil eder (Buckley, 2005:8). Bir başka değişle $[a_1, a_4]$ aralığı dayanak kümesini ve $[a_2, a_3]$ aralığı üyelik derecesinin 1 değerini aldığı öz kümesini belirtmektedir (Bojadziev ve Bojadziev, 2007:24). Yamuk bulanık sayıların üyelik fonksiyonu Eşitlik 2.32'de verilmiştir (Wang, 1997:368).

$$\mu_{\tilde{A}}(x; a, b, c, d) = \begin{cases} 0 & , \quad x < a \\ (x - a)/(b - a) & , \quad a \leq x \leq b \\ 1 & , \quad x > d \\ (d - x)/(d - c) & , \quad b \leq x \leq c \\ 0 & , \quad c \leq x \leq d \end{cases} \quad (2.32)$$

Şekil 2.18.'de yamuk bulanık sayı verilmiştir



Şekil 2.18. Yamuk Bulanık Sayı

Üçgen bulanık sayılar yamuk bulanık sayıların özel bir şeklidir. Bir yamuk bulanık sayıda a_2 ve a_3 parametreleri birbirine eşit ise bu sayı üçgen bulanık sayıya dönüşür. Bu duruma bağlı olarak ve sözel değişkenlerle kolay kavranabilir olmasıyla nedeniyle yamuk bulanık sayılar yaygın bir kullanım alanına sahiptir (Baykal ve Beyan, 2004a: 239).

\tilde{A} ve \tilde{B} yamuk bulanık sayıları göstermek üzere bu sayılar $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3, a_4)$ ve $\tilde{B} = (b_1, b_2, b_3, b_4)$ şeklinde tanımlanmış olsun. Aşağıda bu sayılar için aritmetik hesaplamalar gösterilmiştir (Melliani ve Castillo, 2019:129).

Toplama

$$\begin{aligned}\tilde{A} \oplus \tilde{B} &= (a_1, a_2, a_3, a_4) \oplus (b_1, b_2, b_3, b_4) \\ &= (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3, a_4 + b_4)\end{aligned}\quad (2.33)$$

Sabit k Sayısı ile Toplama

$$\tilde{A} \oplus k = (a_1, a_2, a_3, a_4) \oplus k = (a_1 + k, a_2 + k, a_3 + k, a_4 + k)\quad (2.34)$$

Çıkarma

$$\begin{aligned}\tilde{A} \ominus \tilde{B} &= (a_1, a_2, a_3, a_4) \ominus (b_1, b_2, b_3, b_4) \\ &= (a_1 - b_4, a_2 - b_3, a_3 - b_2, a_4 - b_1)\end{aligned}\quad (2.35)$$

Sabit k Sayısı ile Çıkarma

$$\tilde{A} \ominus k = (a_1, a_2, a_3, a_4) \ominus k = (a_1 - k, a_2 - k, a_3 - k, a_4 - k)\quad (2.36)$$

Çarpma

$$\begin{aligned}\tilde{A} \otimes \tilde{B} &= (a_1, a_2, a_3, a_4) \otimes (b_1, b_2, b_3, b_4) \\ &= (a_1 \cdot b_1, a_2 \cdot b_2, a_3 \cdot b_3, a_4 \cdot b_4)\end{aligned}\quad (2.37)$$

Sabit k Sayısı ile Çarpma

$$\tilde{A} \otimes k = (a_1, a_2, a_3, a_4) \otimes k = (a_1 \cdot k, a_2 \cdot k, a_3 \cdot k, a_4 \cdot k), \quad k \geq 0 \text{ için} \quad (2.38)$$

Bölme

$$\begin{aligned}\tilde{A} \oslash \tilde{B} &= (a_1, a_2, a_3, a_4) \oslash (b_1, b_2, b_3, b_4) \\ &= (a_1/b_1, a_2/b_2, a_3/b_3, a_4/b_4)\end{aligned}\quad (2.39)$$

Sabit k Sayısı ile Bölme

$$\tilde{A} \oslash k = (a_1, a_2, a_3, a_4) \oslash k = (a_1/k, a_2/k, a_3/k, a_4/k), \quad k \geq 0 \text{ için} \quad (2.40)$$

Ters İşlem

$$\tilde{A}^{-1} = (a_1, a_2, a_3, a_4)^{-1} \rightarrow (1/a_4, 1/a_3, 1/a_2, 1/a_1) \quad (2.41)$$

Maximum Değeri

$$\max \tilde{A} = (\max a_1, \max a_2, \max a_3, \max a_4) \quad (2.42)$$

Minimum Değeri

$$\min \tilde{A} = (\min a_1, \min a_2, \min a_3, \min a_4) \quad (2.43)$$

2.4. DURULAŞTIRMA

Bulanık sayılar ile yapılan tüm hesapların çıktıları aynı şekilde bir bulanık sayıyı ifade etmektedir. Bu sebepten dolayı bu çıktıları karşılaştırılabilir hale getirmek için netleştirmek/kesinleştirmek gerekmektedir. Bu netleştirmenin amacı en iyi bulanık olmayan değeri bulmaktır (Fouladgar, vd. 2012:90). Pek çok işlemde denetim komutu net bir değer olarak işlenir. Bundan dolayı bulanık çıkarım sonuçlarını net değerler olarak ifade etmek gerekir. Durulama, elde edilmiş bulanık bir değer kümesinin olasılık dağılımını en iyi şekilde ifade eden bulanık olmayan bir değer kümesidir ve aşağıdaki özellikleri sağlar (Baykal ve Beyan, 2004b: 383).

- Durulaştırma bulanık değeri her durumda net bir değere dönüştürür.
- Durulaştırma sonucu oluşan değer bulanık üyelik fonksiyon değeridir.
- Üçgen bulanık iki sayının durulaştırılmış değeri, sayıların tek tek durulaştırılmış değerlerinin daima arasında bir değer alır.

Literatürde birçok durulaştırma yöntemi vardır. Durulaştırma işlemi kesin değer alan kümeler için durulaştırma ve sayısal değer alan kümeler için durulaştırma olmak üzere iki kategori için uygulanabilir (Ross, 2004:96). Burada kesin değer alan kümeler için kısa bir açıklamadan sonra sayısal değer alan kümeler için genel anlamda sıklıkla kullanılan yedi tane durulaştırma yöntemi açıklanacaktır (Ross, 2004:98-103; Baykal ve Beyan, 2004a:384-385; Şen, 2009:260-269; Paksoy vd., 2013:65-71).

2.4.1. Kesin Değer Alan Kümeler İçin Durulaştırma (α -kesim Kümesi ile Durulaştırma)

\tilde{A} bulanık küme ve A_α ise \tilde{A} bulanık kümesi için α -kesim kümesini ifade etmek üzere belirli bir α değerinin üzerinde üyeliğe sahip nesnelere ($A_\alpha = \{x | \mu_{\tilde{A}}(x) \geq \alpha\}$) klasik küme açısından kesin üye olarak değerlendirilir (Ross, 2004:96).

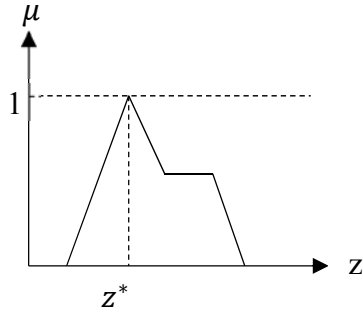
2.4.2. Sayısal Değer Alan Kümeler İçin Durulaştırma

Durulaştırma işlemlerinden yedi tanesi bu başlık altında verilmiştir. Bu yöntemlerden hangisinin kullanılacağına kararını problem yapısına göre değişiklik gösterebilir ve karar vericinin tercihi dâhilindedir.

En Büyük Üyelik İlkesi Yöntemi (Max Membership Principle)

En büyük üyelik ilkesi yöntemi için tepe noktaları mevcut bulanık çıkarım kümelerinin varlığına ihtiyaç vardır ve bu anlamda yöntemin diğer adı “yükseklik yöntemi” olarak da belirtilir. Bu yöntem durulaştırılmış değer olarak bulanık çıkarım kümesindeki en yüksek üyelik derecesine sahip nesnenin değerini verir. Şekil 2.19.’da grafiği gösterilen yöntemin matematiksel gösterimi Eşitlik 2.44’te verilmiştir.

$$\mu(z^*) \geq \max\{\mu(z), z \in Z\} \quad (2.44)$$

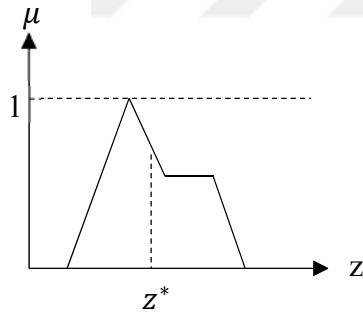


Şekil 2.19. En Büyük Üyelik Derecesi ile Durulaştırma
Kaynak: Ross, 2004.

Sentroid Yöntemi (Centroid Method)

Diğer bir adı ağırlık “merkezi yöntemi” olan sentroid yöntemi 1985 yılında Sugeno tarafından tasarlanmıştır. Yöntem bulanık \tilde{C} kümesinin olabirlik dağılımının ağırlık noktasını üretir. Şekil 2.20.’de grafiği gösterilen yöntemin matematiksel gösterimi Eşitlik 2.45’te verilmiştir.

$$z^* = \frac{\int \mu_{\tilde{C}}(z).z dz}{\int \mu_{\tilde{C}}(z).dz} \quad (2.45)$$

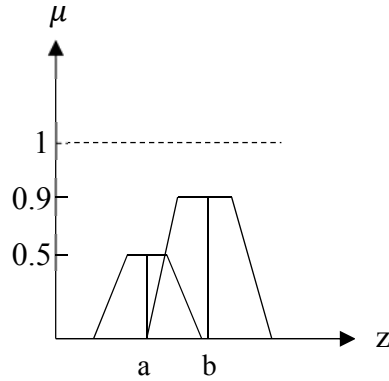


Şekil 2.20. Sentroid Yöntemi ile Durulaştırma
Kaynak: Şen, 2009.

Ağırlıklı Ortalama Yöntemi (Weighted Average Method)

Ağırlıklı ortalama yöntemi, en verimli yöntemlerden biri olduğundan, bulanık uygulamalarda sıklıkla kullanılan yöntemdir. Bu yöntemin uygulanması için simetrik üyelik fonksiyonun bulunması gereklidir. Bulanık kümelerin üyelik fonksiyonları sahip oldukları en büyük üyelik derecesi ile çarpılır ve bu çarpımlar toplanır. Ardından bu toplam bulanık üyelik fonksiyonların üyelik dereceleri toplamına bölünür. Şekil 2.21.’de grafiği gösterilen yöntemin matematiksel gösterimi Eşitlik 2.46’da verilmiştir.

$$z^* = \frac{\sum \mu_{\bar{c}}(z) \cdot z}{\sum \mu_{\bar{c}}(z)} \quad (2.46)$$



Şekil 2.21. Ağırlıklı Ortalama Yöntemi ile Durulaştırma
Kaynak: Ross, 2004.

Üyelik fonksiyonları simetrik olduğundan dolayı a ve b değerleri ortalama değerler olup grafikteki orta değerlerdir. Burada iki bulanık değer durulaştırılmış değeri;

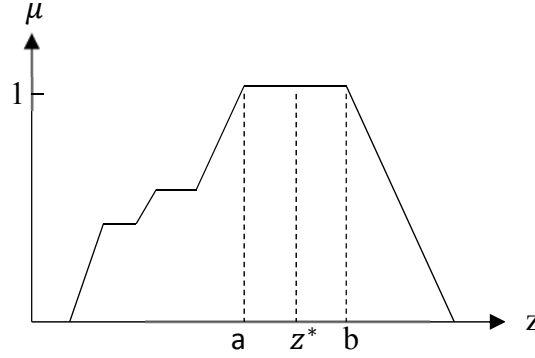
$$z^* = \frac{a(0.5) + b(0.9)}{0.5 + 0.9}$$

şeklinde hesaplanır.

Ortalama En Büyük Üyelik Yöntemi (Mean Max Membership)

En Büyük Üyelik İlkesi Yönteminde tek bir tepe değere karşılık üyelik fonksiyonu için durulaştırma yapılmıştır. Bu yöntem ise aynı benzerlikte olup fakat birden fazla tepe noktasının varlığının olduğu durumlar için uygulanır. Bunun anlamı birden fazla en büyük üyelik derecesine sahip nesne varlığıdır. Birden fazla maksimum nokta şekilsel olarak düz bir plato oluşturur. Şekil 2.22.'te grafiği gösterilen yöntemin matematiksel gösterimi Eşitlik 2.47'de verilmiştir.

$$z^* = \frac{a+b}{2} \quad (2.47)$$



Şekil 2.22. Ortalama En Büyük Üyelik Yöntemi ile Durulaştırma
Kaynak: Şen, 2009.

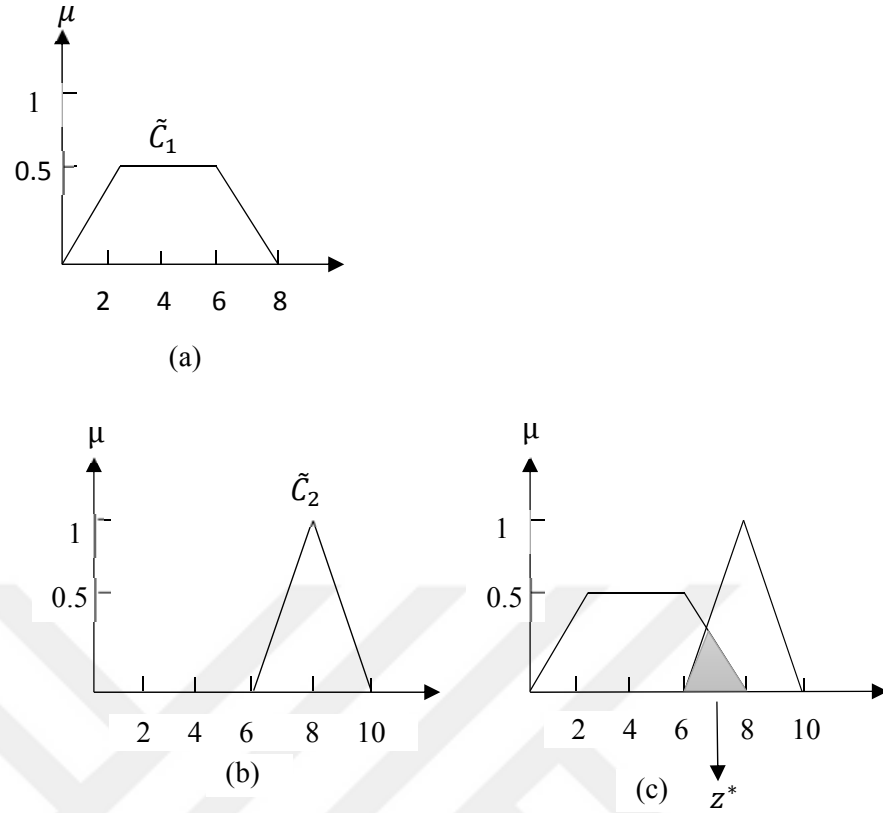
Toplamların Merkezi Yöntemi (Center Of Sums)

Durulaştırma yöntemleri arasında işlem süreci olarak en kısa olanı toplamaların merkezi yöntemidir. Bu yöntemin uygulanmasında simetrik üyelik fonksiyonu aranmaz. Bunun nedeni durulaştırma işleminde iki bulanık kümenin birleşimi yerine kümelerin ayrı ayrı cebirsel toplamları ile ilgilenilmesidir. Yöntemin olumsuz yönü ise cebirsel toplam nedeniyle kesişim bölgesinin iki defa işleme girmesidir. Durulaştırılmış Eşitlik 2.48'de verilmiştir.

$$z^* = \frac{\int_Z \bar{z} \sum_{k=1}^n \mu_{\tilde{c}_k}(z) dz}{\int_Z \sum_{k=1}^n \mu_{\tilde{c}_k}(z) dz} \quad (2.48)$$

Burada \bar{z} değeri her üyelik fonksiyonun ağırlık merkezine uzaklığını temsil eder (Ross, 2004:107).

Ağırlıklı ortalama yöntemi ile benzerlik gösteren bu yöntemin diğerinden ayrılış noktası ağırlıkların, toplamaların ağırlık merkezi yönteminde üyelik fonksiyonlarının alanı iken, ağırlıklı ortalama yönteminde üyelik fonksiyonları değeri olmasıdır. Şekil 2.23.'te toplamaların merkezi yöntemi ile ilgili örnek verilmiştir.



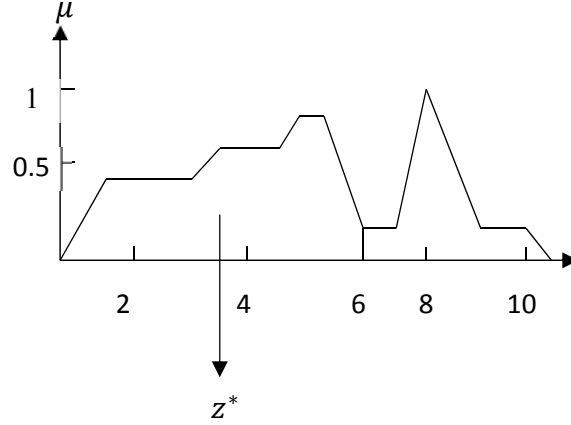
Şekil 2.23. (a) Birinci Üyelik Fonksiyonu, (b) İkinci Üyelik Fonksiyonu, (c) Durulaştırma
Kaynak: Ross, 2004.

En Büyük Alanın Merkezi Yöntemi (Center of largest area)

Tüm çıkarım bulanık kümesinin dışbükey olmadığı fakat en az iki dışbükey alt kümeye sahip çıkarım bulanık kümesi için alt kümelerden en büyük alana sahip olanının ağırlık merkezi durulaşmış değeri ifade eder. Şekil 2.24.'te grafiği gösterilen yöntemin matematiksel gösterimi Eşitlik 2.49'da verilmiştir.

$$z^* = \frac{\int \mu_{\tilde{C}_m}(z).z.dz}{\int \mu_{\tilde{C}_m}(z).dz} \quad (2.49)$$

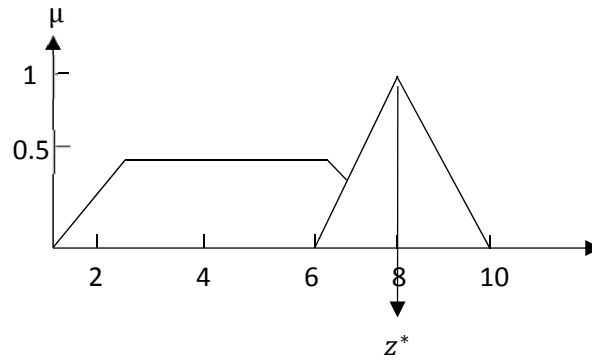
Burada tüm çıkarım bulanık kümesinin dışbükey olması durumunda durulaşmış değer sentroid yöntemi ile elde edilen değer aynıdır.



Şekil 2.24. En Büyük Alanın Merkezi Yöntemi ile durulaştırma
Kaynak: Ross, 2004.

En Büyük İlk veya Son Üyelik Derecesi Yöntemi (First or Last Of Maxima)

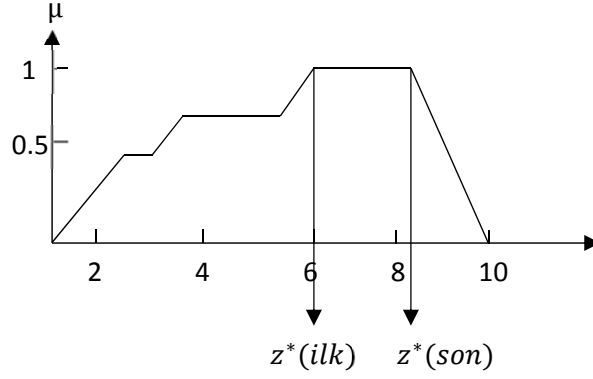
Tüm çıktıların birleşimi üzerine durulaştırma yapan bu yöntem için bulanık kümede üyelik derecesi en büyük olan ilk ya da son bulanık küme değeri durulaştırılmış değer olarak değerlendirilir. Öncelikle en büyük üyelik fonksiyon değeri bulunur. Eğer bir adet en büyük üyelik fonksiyon değeri varsa durulaştırılmış değer bu üyelik fonksiyonuna sahip nesnenin değeridir. Fakat en büyük üyelik fonksiyonu değeri birden fazla ise en büyük ilk üyelik derecesi yöntemine göre bu değerlerden birincisi, en büyük son üyelik yöntemine göre bu değerlerden sonuncusuna ait nesne değeri durulaştırılmış değer olarak değerlendirilir. Her iki durumun gösterimi Şekil 2.25. ve Şekil 2.26.'da verilmiştir.



Şekil 2.25. Bir Adet En Büyük Değer İçin En Büyük İlk ve Son Üyelik Dereceleri Yöntemi ile Durulaştırma
Kaynak: Ross, 2004.

$$z^* = \inf_{z \in Z} \{z \in Z \mid \mu_{\tilde{C}_k}(z) = hgt(\tilde{C}_k)\} \quad (2.50)$$

Burada “inf” İngilizce infimum kelimesine karşılık olan en büyük alt sınırı ifade eder.



Şekil 2.26. Birden Fazla En Büyük Değer için En Büyük İlk ve Son Üyelik Dereceleri Yöntemi ile Durulaştırma

Kaynak: Ross, 2004.

$$z^* = \sup_{z \in Z} \{z \in Z \mid \mu_{\tilde{C}_k}(z) = hgt(\tilde{C}_k)\} \quad (2.51)$$

Burada “sup” İngilizce supremum kelimesine karşılık olan en küçük üst sınırı ve “hgt” İngilizce height kelimesine karşılık olan yükseklik/tepe noktasını ifade eder.

3. BÖLÜM: ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME

İlk iki bölümde karar teorisi, karar verme, bulanık mantık, bulanık sayılar kavramları ele alınmıştır. Karar verme süreci şüphesiz ki karmaşık bir yapı olup karar verici için birçok kriter üzerinden değerlendirme yapması durumunu ortaya çıkarmaktadır. Buna dayanak olarak bu bölümde çok kriterli karar verme ve bulanık çok kriterli karar verme kavramlarından bahsedilecektir. Bu çalışmada çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan TOPSIS, VIKOR, MOORA ve WASPAS yöntemlerine ve bu yöntemlerin bulanık hallerine yer verilmiştir.

3.1. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERMENİN TANIMI

Karar vermedeki ana sorunlardan biri alternatiflerin kıyaslanabilirlik durumudur. Bu durumda istenilen şey karar vericinin alternatifler üzerindeki tercihleri sonucu oluşan sıralamanın bir ölçü ile dayandırılmasıdır. Böyle bir ölçüye genellikle, değer (value), yararlılık (utility) veya etkinlik (effectiveness) ölçüsü denir. Eğer alternatifleri değerlendirmek için tek bir kriter söz konusu ise en iyi alternatifi belirlemek zor olmayacaktır. Tek değer ölçülü (amaç fonksiyonlu) bir matematiksel model oluşturulmuş ise böyle bir modelden en iyi seçimi yapabilecek hesaplama tekniğinin geliştirilmesi zor olmayacaktır. Ancak birçok karar probleminde birden fazla kriter mevcut olduğundan, geniş çaplı tek ölçü oluşturmak olanaklı değildir (Kuru, 2011:15-16). Bu anlamda Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) genellikle birbirleriyle çelişen çoklu kriterlerin varlığında karar vermeyi ifade eder (Hwang ve Yoon, 1981:1).

Çok kriterli karar vermenin temeli Benjamin Franklin'in çözemediği ve tavsiyesini istediği bir karar problemi için arkadaşı Joseph Priestly'e 1772 yılında yazdığı bir mektuba dayanır (Yoon ve Hwang, 1995:4).

İş hayatında karar sürecini yöneten kişilerin durumu son yıllarda büyük bir değişim yaşamıştır. Karar mekanizması tek bir kişinin ya da bir şirket sahibinin tek başına karar alması durumundan uzaklaşarak çok kişinin katıldığı ve çok kriterli karar durumuna doğru bir değişim yaşamıştır (Triantaphyllou, 2000:xxiii). Bu durum günlük yaşamda her insanı bir karar mekanizması olarak tanımlamış ve insanları günlük yaşamda çok kriterli karar problemleri ile sık sık karşı karşıya getirmiştir. Bu problemlere birçok örnek verilebilir. Bir ev seçiminde evin kirası, konumu, şehir merkezine uzaklığı, park uygunluğu, komşuları; bir araba seçiminde arabanın fiyatı,

kilometresi, şekli, konforu; bir iş seçiminde karar verici için işin prestiji, konumu, maaşı, ilerleme imkânı, çalışma koşulları; akademik bir planlama kapsamında üniversite yöneticisinin gelecek planlarını tasarlamasında, fakülte sayısı, lisans kaydı, mezun kaydı, eğitim kalitesi, iyileştirme çalışmaları karar verici için yukarıda bahsedilen çoklu kriterleri oluşturur (Hwang ve Yoon, 1981:1; Cohon, 1978:5).

3.2. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME KAVRAMLARI

ÇKKV uygulama alanı olarak oldukça geniş bir yapıya sahiptir. ÇKKV geniş bir problem yapısına sahip olmasına rağmen bu problemlerin çoğunda ortak özellikler mevcuttur (Hwang ve Yoon, 1981:2). Bu bağlamda ÇKKV problemlerinde genel bir çerçeveden bakacak olursak aşağıdaki kavramlara değinebiliriz.

Karar verici

Rigby'ye (1964) göre karar vericiyi kesin olarak tanımlamak zordur. Churchman (1968) ise karar vericiyi sistemi değiştirebilme yeteneği olan kişi olarak tanımlar ve sistem içindeki değişimin sorumluluğunu ve yetkisini alan kişi olarak belirtir. Daha ayrıntılı olarak bir tanımlama yapacak olursak; karar verici, bir birey ya da karar verici grup olarak, problem için var olan alternatifleri sıralamak için kullanılacak nihai değer yargısını yönlendiren ve alternatifler adına en iyi seçimi yapacak kişi veya kişilerdir (Chankong ve Haimes, 1983:7-8).

Kriterler

Her problemin kendine ait birçok özelliği vardır. Bir karar verme olayında her bir problem için probleme ait kriterler oluşturulur. Yani karar vericiler alternatifler adına problemi çözmek için uygun kriterler belirlerler. Bu kriterlerin sayısı problemin şekline göre değişiklik gösterebilir. Örneğin otomobil değerlendirme problemi için otomobil fiyatı, yakıt tüketimi, kilometresi, güvenliği, garanti süresi, işçilik ve tasarım kriterleri kullanılabilir (Yoon ve Hwang, 1995:2-3).

Kriterler arası çelişki ise çoklu kriterlerin genellikle birbiriyle çelişmesi durumudur. Örneğin, bir otomobil tasarımında yakıt tüketiminin minimize edilmesi amacıyla aracın boyutlarının küçültülmesi, araç içi genişliğin azalması durumunu oluşturabilir. Bu durum araç içi konforu olumsuz etkilediği için yakıt tüketimi ve konfor arasında bir uyumsuzluğun göstergesidir. (Hwang ve Yoon, 1981:2).

Kriter Ağırlığı

ÇKKV problemlerinde var olan kriterlerin birbirinden farklı nisbi ağırlıkları mevcuttur. Bu durum bir kriterin çözüm içinde diğerinden daha fazla etkiye sahip olduğunu belirtir. Bu nisbi ağırlıklar ya doğrudan sağlanır ya da ordinal ve kardinal ölçekler tarafından sağlanır (Yoon ve Hwang, 1995:2-3).

Alternatifler

Alternatifler var olan kriterleri belirlenen ölçütlere göre temsil eden çözüm kümesidir. Alternatifler az sayıda veya çok sayıda olabilir ve kesin, açık bir şekilde tanımlanır. En iyi alternatif değer fonksiyonunu maksimize eden alternatif olmalıdır (Henig ve Buchanan, 1996:5).

Karar matrisi

Bir karar probleminde kriterler ve alternatiflerin beraber gösterildiği matristir. Sütunlara alternatifler satırlara ise kriterler yazılabildiği gibi çoğunlukla tersi bir gösterim de kullanılır. Eşitlik 3.1’de karar matrisi verilmiştir (Lai ve Hwang, 1994:401).

$$D = \begin{matrix} & C_1 & \dots & \dots & \dots & C_n \\ A_1 & a_{11} & \dots & \dots & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \vdots & a_{ij} & \dots & \dots & \vdots \\ A_m & a_{m1} & \dots & \dots & \dots & a_{mn} \end{matrix} \quad m: \text{alternatif sayısı}, n: \text{kriter sayısı} \quad (3.1)$$

Burada (D) karar matrisini, satırda bulunan değerler (A) alternatifleri, sütunda bulunan değerler (C) ise kriterleri temsil etmektedir. a_{ij} , ise i . alternatifin j . kriter adına aldığı değeri gösterir.

3.3. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERMENİN SINIFLANDIRILMASI

Yakın geçmişte tek bir amaç işlevi kullanılarak karar problemlerinde farklı etki mekanizmasının karşılaştırılması ve optimal çözümlerin belirlenmesi oldukça zordu. Bu ihtiyaçtan dolayı karar problemine odaklanan ve çok kriterli karar verme altında iki yeni alan gelişti. Bu durumla beraber çok kriterli karar verme, karar verme sürecinin en bilinen dallarından biri oldu. ÇKKV, Çok Amaçlı Karar Verme (Multi Objective Decision Making) ve Çok Nitelikli Karar Verme (Multi Attribute Decision Making) olarak iki şekilde sınıflandırılmıştır. Ancak, çoğu zaman ÇKKV ve ÇNKV terimleri aynı model sınıfı anlamına gelir (Triantaphyllou, 2000:1, Zimmerman, 2001:352).

3.3.1. Çok Amaçlı Karar Verme

ÇAKV problemlerinin amacı, karar vericiyi memnun edecek en iyi alternatifi tasarlamaktır. Bu bağlamda ÇAKV, ölçülebilir hedeflerin kabul edilebilir seviyelerini elde etme amacıyla karar matrisini en iyi şekilde oluşturan tanımlanmış kısıtlar içindeki çeşitli etkileşimleri dikkate alır. ÇAKV tasarım problemlerinin çözümü için kullanıldığından alternatifleri önceden belirlenmiş olan problemlerle ilişkili değildir. (Hwang ve Yoon, 1981:3). Bu anlamda ÇAKV, karar alanının sürekli olduğu yani seçeneklerin sonsuz olduğu karar problemlerini inceler (Triantaphyllou, 2000:1). ÇAKV problemlerinin ortak özellikleri olarak:

- Ölçülebilir bir dizi hedefler
- Açıkça belirlenmiş kısıtlar
- Açıkça belirlenmiş ölçülebilir amaçlar ve açıkça belirlenmiş veya belirlenmemiş ölçülemez amaçlar arasında, doğrudan veya dolaylı olarak genel amaç adına bilgi elde edilme sürecinin varlığı olarak belirtilebilir (Hwang ve Yoon, 1981:3).

3.3.2. Çok Nitelikli Karar Verme

ÇNKV'nin çok kriterli karar verme içindeki rolü ise kesikli karar alanlarındaki problemlere odaklanmasıdır (Triantaphyllou, 2000:1). ÇNKV'nin ÇAKV'den ayırt edebileceğimiz bir özellik olarak; ÇNKV'de önceden belirlenmiş sınırlı (sonlu) sayıdaki alternatiflerin olmasıdır. Bu durum kesikli karar alanlarının varlığından dolayıdır. Alternatifler, nihai kararın verileceği ölçülebilir veya ölçülemez olan niteliklere dayanan başarı düzeyi ile ilişkilidir. Ara (inter) ve iç (intra) nitelik karşılaştırmaları yardımıyla nihai alternatif seçimi yapılır (Hwang ve Yoon, 1981:3). ÇAKV ve ÇNKV arasındaki temel farklar Tablo 3.1.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.1. ÇAKV ve ÇNKV Arasındaki Temel Farklar

Farklılık Durumu	ÇNKV	ÇAKV
Kriter belirleme yolu	Nitelikler yoluyla	Amaçlar yoluyla
Amaç	Üstü kapalı belirsiz	Açık bir şekilde
Nitelik	Açık bir şekilde	Üstü kapalı
Kısıt	Aktif değil (niteliklere dahil edilmiş şekilde)	Aktif

Tablo 3.1.'in devamı ÇAKV ve ÇNKV Arasındaki Temel Farklar

Farklılık Durumu	ÇNKV	ÇAKV
Alternatif	Sonlu sayıda ve ayrık (mevcut)	Sonsuz sayıda ve sürekli (sonradan ortaya çıkan)
Karar verici ile iletişim	Az	Çok
Kullanım	Seçim/Değerlendirme	Tasarım

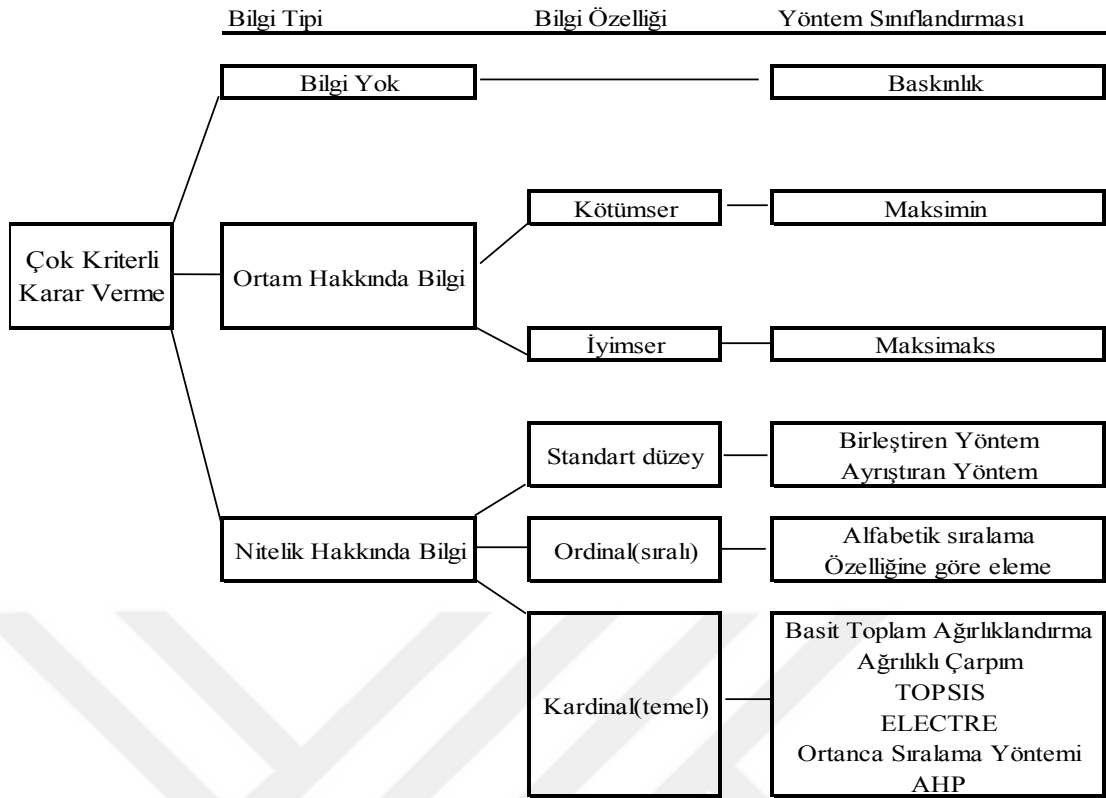
Kaynak: Hwang ve Yoon, 1981:3.

Sonuç olarak ÇNKV yöntemleri, belirlenmiş kesin alternatifler arasından birinin seçilmesi için kullanılırken; ÇAKV yöntemleri, matematiksel kısıtlarla tanımlanan sınırsız sayıdaki alternatifleri içeren amaç problemleri için kullanılır (Fishburn, 1967). Bu iki metot arasındaki farkı açıklamak gerekirse; örneğin bir otomobil üretiminde imalatçı açısından bir modelin belirlenmesi bir tasarım problemi olarak ÇAKV problemidir. Bununla beraber tüketici açısından hangi otomobilin alınması konusundaki seçme problemi ise ÇNKV problemidir.

3.4. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

ÇKKV yöntemleri, birden çok ölçüt tarafından tanımlanan alternatiflerin değerlendirilmesi için kullanılan karar yöntemleridir (Yoon ve Hwang, 1995:5).

ÇKKV yöntemleri ilk olarak MacCrimmon (1968, 1973) tarafından yapılan çalışmalar ile başlamıştır. Ardından yönetim bilimi, ekonomi, psikometri, pazarlama araştırması, uygulamalı istatistik ve karar teorisi gibi farklı disiplinlerdeki araştırmacılar tarafından farklı yöntemler geliştirilmiştir. Daha sonra Hwang ve Yoon (1981) karar vericilerden sağlanan bilginin şekline ve belirgin özelliklerine göre çok kriterli karar vermeyi 17 sınıfta kategorize etmişlerdir. Ardından 13 yönteme göre bir sınıflandırma düzenlemişlerdir. Bu sınıflandırmada yöntemler ilk olarak karar vericiden alınan bilgi türüne göre kategorize edilir. Eğer buradan hiçbir bilgi elde edilemezse baskınlık yöntemi uygulanır. Çevreye ilişkin bilgi kötümser veya iyimser olarak oluşursa maksimin veya maksimaks yöntemi uygulanabilir. Nitelikler hakkında bilgi varlığı durumunda karar vericiden alınan ayrıntılı bilgi doğrultusunda bir alt grup oluşturulması yöntemleri daha fazla gruplandırmak için kullanılır. Bu bilgiler de her ölçüt adına standart (kabul edilebilir minimum seviye) düzey veya ölçüt ağırlıkları ile değerlendirilen ordinal veya kardinal ölçeklerdir. Yukarıda bahsedilen bilgiler doğrultusunda Şekil 3.1.'de çok kriterli karar vermenin kategorize edilişi gösterilmiştir (Yoon ve Hwang, 1995:5).



Şekil 3.1. Çok Kriterli Karar Verme Kategori Şeması
Kaynak: Yoon ve Hwang, 1995:6.

Çok kriterli karar verme konusunu genel açıdan değerlendirdikten sonra bir sonraki başlıkta çok kriterli karar verme yöntemlerine değinilecektir.

3.5. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ

Karar probleminin çözümü için herhangi bir karar verme tekniğini kullanmanın ortak üç adımı vardır. Bunlar alternatifleri değerlendirmek adına sayısal analizleri oluşturmanın adımlarıdır. Bu adımlar:

- İlgili kriterlerin ve alternatiflerin belirlenmesi
- Kriterler için göreceli önem değerlerinin belirlenmesi
- Her bir alternatif için yapılan sayısal işlemler sonucu çıkan değerlere göre sıralama yapılması şeklindedir (Triantaphyllou 2000:5-6).

Aşağıda TOPSIS, VIKOR, MOORA ve WASPAS yöntemlerine değinilecektir.

3.5.1. TOPSIS

TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemi, temelleri Hwang ve Yoon (1981)'un çalışmalarıyla beraber atılmış olup daha sonra Chen ve Hwang (1992) tarafından geliştirilmiş olan çok kriterli karar verme yöntemidir. Bu yöntem ilgili alternatifin, pozitif ideal çözüm için en yakın mesafede ve negatif ideal çözüm için ise en uzak mesafede var olmasına dayanır (Yoon ve Hwang 1995). Buradaki amaç fayda kriterlerini en üst seviyeye ve maliyet kriterlerini en düşük seviyeye getirmektir (Özdemir ve Seçme, 2009:80).

TOPSIS yöntemi karar vericilerin değerlendirme verilerine nitel bir dönüşüm uygulanmadan ham veri üzerinde kullanılabilir. Yöntemde seçilen alternatiflerin belli kriterler doğrultusunda ve bu kriterler için oluşan maksimum ve minimum değerlerin ideal çözüme uzaklıklarının değerlendirilmesi ile sıralama yapılır (Eleren ve Karagül, 2008:6).

TOPSIS yöntemi, mantıksal olarak dayanıklı yapısı, problem için en doğru çözüme yakın ve en uzak durumları dikkate alması ve basit hesaplaması ile geniş bir uygulama alanına sahiptir (Karsak, 2002:3172).

TOPSIS yönteminde ve diğer ÇKKV yöntemlerinde normalizasyon işlemi yapılır. Karar vericilerin alternatifler adına kriterler için verdiği değerler karar matrisini oluşturur. Normalizasyon ise bu değerleri standartlaştırma işlemidir. Normalizasyon değerleri 0 ile 1 arasında değer alır (Shih vd., 2007:804). Tablo 3.2.'de TOPSIS yönteminde kullanılan bazı normalizasyon yöntemleri verilmiştir (Hwang ve Yoon 1981; Yoon ve Hwang 1995; Milani vd., 2005; Shih vd., 2007).

Tablo 3.2. TOPSIS İçin Bazı Normalizasyon Yöntemleri

1	Vektör Normalizasyonu $r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$
2	Doğrusal Normalizasyon (1) $r_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j^*}, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n; x_j^* = \max_i \{ x_{ij} \}$ fayda kriteri için $r_{ij} = \frac{x_j^-}{x_{ij}}, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n; x_j^- = \min_i \{ x_{ij} \}$ maliyet kriteri için

Tablo 3.2.'nin devamı TOPSIS İçin Bazı Normalizasyon Yöntemleri

3	Doğrusal Normalizasyon (2) $r_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j^-}{x_j^* - x_j^-}$ fayda kriteri için $i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$ $r_{ij} = \frac{x_j^* - x_{ij}}{x_j^* - x_j^-}$ maliyet kriteri için $i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$
4	Doğrusal Normalizasyon (3) $r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}, i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n$
5	Monoton Olmayan Normalizasyon $e^{-\frac{z^2}{2}}, z = \frac{(x_{ij} - x_j^0)}{\sigma_j}$ burada x_{ij} , i . alternatif adına j . kriter değerini r_{ij} , normalizasyon matrisindeki i . alternatif için j . kriter değerinin normalize değerini, m alternatif ve n kriter sayısını belirtirken x_j^0 en uygun değer ve σ_j j . kriter için alternatifin aldığı değerlerin standart sapmasıdır.

Kaynak: Hwang ve Yoon 1981; Yoon ve Hwang 1995; Milani vd., 2005; Shih vd., 2007.

Tablo 3.2.'de belirtilen verilere göre bu çalışmada TOPSIS yöntemi için vektör normalizasyonu ve doğrusal normalizasyon (1) işlemleri uygulanacaktır.

Çok kriterli karar verme yöntemleri için aksi belirtilmediği sürece n ve m sonlu sayı olmak üzere; K karar verici sayısını, $j = 1, 2, \dots, n$ olmak üzere n kriter sayısını ve $i = 1, 2, \dots, m$ olmak üzere m alternatif sayısını temsil edecektir. Bu bağlamda aşağıda TOPSIS yönteminin adımları gösterilmiştir (Hwang ve Yoon 1981:130-132; Yoon ve Hwang, 1995: 39; Chen, 2000:5-6; Cascales ve Lamata, 2012:124-126).

Adım 1: Uygun alternatifler ve alternatifler için değerlendirme kriterleri belirlenir. K tane karar vericinin alternatifler ve kriterler için verdikleri karar değerleri Eşitlik 3.2 ve Eşitlik 3.3'e göre tek bir değere indirgenir.

$$x_{ij} = \frac{1}{K} [x_{ij}^1 (+) x_{ij}^2 (+) \dots (+) x_{ij}^K] \quad (3.2)$$

Burada x_{ij}^K , K . karar vericinin verdiği karar değerini gösterir.

$$w_j = \frac{1}{K} [w_j^1(+)w_j^2(+) \dots (+)w_j^K] \quad (3.3)$$

Burada w_j^K , j . kriter için K . karar vericinin verdiği önem ağırlığını gösterir.

Adım 2: Kriterler ve alternatifler tek değere indirgendikten sonra karar matrisi (D) ve ağırlık matrisi (W) oluşturulur.

$$D = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ A_1 & x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ A_2 & x_{21} & x_{22} & \vdots & x_{2n} \\ \vdots & \dots & \dots & x_{ij} & \dots \\ A_m & x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{matrix} \quad (3.4)$$

$$W = [w_1, w_2, \dots, w_j, \dots, w_n] \quad (3.5)$$

Burada sütun değerleri (C) kriterlerin yerini ve satır değerleri (A) ise alternatiflerin yerini gösterir ayrıca x_{ij} i . alternatifin j . kriter için olan değerini ve w_j , j . kriter ağırlığını belirtmektedir.

Adım 3: Normalize karar matrisi (R) oluşturulur. Eşitlik 3.6'ya göre vektör normalizasyonu, Eşitlik 3.7 ve Eşitlik 3.8'e göre doğrusal normalizasyon r_{ij} 'ler hesaplanır.

Vektör normalizasyonu:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3.6)$$

Doğrusal normalizasyon:

Fayda kriteri için:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j^*}, \quad j = 1, 2, \dots, n; \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad x_j^* = \max_i \{ x_{ij} \} \quad (3.7)$$

Maliyet kriteri için:

$$r_{ij} = \frac{x_j^-}{x_{ij}}, \quad j = 1, 2, \dots, n; \quad i = 1, 2, \dots, m; \quad x_j^- = \min_i \{ x_{ij} \} \quad (3.8)$$

Burada r_{ij} karar matrisindeki i . alternatifin j . kriter için olan değerinin normalize edilmiş halini, x_j^* , j . kriter adına alternatifler arasındaki maksimum değeri ve x_j^- , j . kriter adına alternatifler arasındaki minimum değeri belirtir. Eşitlik 3.9 normalize karar matrisini göstermektedir.

$$R = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ A_1 & r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ A_2 & r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ A_m & r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{matrix} \quad (3.9)$$

Adım 4: Oluşturulan normalize matrisin ağırlıklandırılması yapılır. Ağırlıklandırılmış normalize değer v_{ij} Eşitlik 3.10'a göre hesaplanır.

$$v_{ij} = w_j \cdot r_{ij}, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3.10)$$

Burada w_j , j . kriterin ağırlığını ifade eder. Kriterlerin ağırlık değerleri toplamı 1'dir ($\sum_{j=1}^n w_j = 1$).

Adım 5: Pozitif ideal çözüm (A^*) ve negatif ideal çözüm (A^-) değerleri oluşturulur.

Pozitif ideal çözüm:

$$A^* = \{v_1^*, \dots, v_m^*\} = \left\{ \left(\max_i v_{ij} \mid i \in I' \right), \left(\min_i v_{ij} \mid i \in I'' \right) \right\} \quad (3.11)$$

Negatif ideal çözüm:

$$A^- = \{v_1^-, \dots, v_m^-\} = \left\{ \left(\min_i v_{ij} \mid i \in I' \right), \left(\max_i v_{ij} \mid i \in I'' \right) \right\} \quad (3.12)$$

Burada I' ifadesi fayda değerini temsil ederken I'' ifadesi ise maliyet değerini temsil eder.

Adım 6: Alternatifler adına pozitif ideal noktadan (D_i^*) ve negatif ideal noktadan (D_i^-) sapmalar hesaplanır.

Pozitif ideal noktadan sapma:

$$D_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^m (v_{ij} - v_i^*)^2}, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3.13)$$

Negatif ideal noktadan sapma:

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (v_{ij} - v_i^-)^2}, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3.14)$$

Adım 7: Sapma değerleri hesaplandıktan sonra alternatifler adına ideal çözüme göre yakınlık değerleri (C_i^*) hesaplanır. Bu hesaplamada pozitif ideal çözüm (D_i^*) ve negatif ideal çözüm (D_i^-) sapma değerlerinden faydalanılır.

$$C_i^* = \frac{D_i^-}{D_i^* + D_i^-}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3.15)$$

C_i^* değeri $0 \leq C_i^* \leq 1$ aralığında yer alır. Değerin 1'e yaklaşması i . alternatif için pozitif ideal çözüme yakınlık aynı şekilde 0'a yaklaşması ise negatif ideal çözüme yakınlık anlamına gelir.

Adım 8: Son olarak oluşturulan C_i^* değerleri sıralanır. En yüksek skor değerini alan alternatif en iyi alternatif olur.

3.5.2. VIKOR

Çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan VIKOR 'un açılımı Sırpça "Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje" olup Türkçe 'deki kullanımı ise "Çok Kriterli Optimizasyon ve Uzlaşık Çözüm" şeklindedir.

Pek çok problemde birbiri ile çelişen ve tutarsız, farklı ölçeklerle ölçülebilen kriterler mevcut olabilir. Bu tür farklılık oluşturan karar problemlerinde tüm kriterleri ortak çözüme dâhil etmek ve bu kriterler altında alternatifleri değerlendirmek mümkün olmayabilir (Chatterjee vd, 2009: 4044). Bu bağlamda VIKOR, karmaşık problemlerin çok kriterli optimizasyonu için Opricovic (1998) tarafından geliştirilmiştir. VIKOR yöntemi, uzlaşık sıralama yöntemini kullanarak karmaşık modellerin uzlaşık çözümüne ulaşmayı hedefleyen bir çok kriterli optimizasyon yaklaşımıdır (Opricovic ve Tzeng, 2004: 447). İlk olarak Yu (1973) tarafından temelleri atılan uzlaşık çözüm daha sonra Zeleny (1982) tarafından yapılan çalışmalarla geliştirilmiştir (Opricovic ve Tzeng, 2007: 515). Uzlaşık çözüm pozitif ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözüme en uzak olan alternatifler adına bir değerlendirme yapar ve bunun sonucunda uzlaşık sıralama oluşturur (Chatterjee vd, 2009: 4044).

VIKOR yönteminde uzlaşık sıralama belirlenirken, uzlaşık çözüm sıralama indeksi, ideal çözüme yakınlığı veya uzaklığı belirlerken, karar verici çoğunluk için maksimum grup faydasını ve aksi taraftakiler için minimum pişmanlığı ifade etmektedir (Chen ve Wang, 2009: 235).

Her bir alternatifin, her bir kritere göre değerlendirildiği durumda uzlaşma ölçüsünü, kriterlerin ideal alternatife olan yakınlığını ölçerek karşılaştırabiliriz. Bu

durum Yu (1973)'nin temellendirdiği uzlaşık programlama yönteminde bütüncül fonksiyon olan L_p metrik ölçütüne dayanmaktadır (Opricovic ve Tzeng, 2004:447). L_p metrik ölçüğü Eşitlik 3.16'da verilmiştir.

$$L_{p,i} = \left\{ \sum_{j=1}^n [w_j (f_j^* - f_{ij}) / (f_j^* - f_j^-)]^p \right\}^{1/p}, \quad 1 \leq p \leq \infty; \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3.16)$$

burada m tane alternatif için a_1, a_2, \dots, a_i alternatifleri temsil ederken, a_i alternatifinin j . kriter açısından değeri f_{ij} ile gösterilir. f_{ij} , a_i alternatifinin j . kriter fonksiyon değerini temsil eder. n ise kriter sayısını gösterir. p değeri ise ideal istek seviyesini ifade eder. Bu değer küçük olduğunda ($p = 1$ gibi en küçük değer) grup faydasını belirtirken, büyük olduğunda ($p = \infty$) ise bireysel pişmanlığı belirtir.

VIKOR yönteminde L_{ij} ve $L_{\infty i}$ sıralama ölçütlerini formüle etmekte kullanılır. L_{ij} , $\min_j S_i'$ 'den (Eşitlik (3.20)) elde edilen sonuç maksimum grup faydasını (ortalama grup faydası), $L_{\infty i}$ ise $\min_j R_i'$ 'den (Eşitlik (3.21)) elde edilen çözüm, karşıt grubun minimum bireysel pişmanlığını ifade eder.

Uzlaşık çözüm $F^c = (f_1^c, \dots, f_n^c)$ ideal çözüme en yakın ve en uygun çözümdür. Burada uzlaşık durum alternatifler için karşılıklı taviz ile oluşan uzlaşma çözümdür. Uzlaşık durum Eşitlik 3.17'de verilmiştir.

$$\Delta f_1 = f_1^* - f_1^c \quad \text{ve} \quad \Delta f_2 = f_2^* - f_2^c \quad (3.17)$$

Çok kriterli karar verme yöntemlerini uygulamak adına doğru problemleri ele almak gerekmektedir. Bu amaçla VIKOR yöntemi için aşağıdaki özelliklerin uygun olması gerekmektedir (Opricovic ve Tzeng, 2007:517).

- Uyuşmazlık durumunda makul bir uzlaş olmalıdır.
- Karar vericinin en yakın ideal çözüm için kabul isteği olmalıdır.
- Her bir kriterin problemdeki işlevi ile karar verici faydası arasında doğrusal bir ilişki varlığı gerekmektedir.
- Kriterler birbirinin benzeri olmamalı ve ortak bir ölçüme dayanmayan farklılıkta olmaları gerekir.
- Alternatifler var olan bütün kriterler bazında değerlendirilmelidir.
- Karar verici görüşleri kriter ağırlıkları olarak ifade edilir.
- Yöntem karar vericinin etkileşimli katılımı olmadan başlayabilir ama karar verici son çözüm aşamasında olmalıdır.

- Uzlaşık çözüm bir veya daha fazla avantaja sahiptir.
- Kriterlerin ağırlıkları belirlenmelidir.

Aşağıda VIKOR yönteminin adımları gösterilmiştir (Opricovic ve Tzeng, 2004: 447-448; 2007:515-516; Chen ve Wang, 2009: 235-237; Yıldız, 2014: 118-120).

Adım 1: Uygun alternatifler ve alternatifler için değerlendirme kriterleri belirlenir. Kriter ağırlıkları ve alternatifler adına verilen değerler Eşitlik 3.2 ve Eşitlik 3.3'e göre tek değere indirgenir ve karar matrisi oluşturulur.

Adım 2: Alternatifler adına tüm kriter skorları için en iyi (f_j^*) ve en kötü (f_j^-) değerleri belirlenir. Kriterler için amaçlarına göre farklı hesaplama yapılır. Fayda kriteri için Eşitlik 3.18'e göre, maliyet kriteri için Eşitlik 3.19'a göre hesaplama yapılır.

$$f_j^* = \max_i x_{ij}, \quad f_j^- = \min_i x_{ij} \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (3.18)$$

$$f_j^* = \min_i x_{ij}, \quad f_j^- = \max_i x_{ij} \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (3.19)$$

Adım 3: Tüm alternatifler için ortalama grup faydası (S_i) ve maksimum pişmanlık (R_i) değerleri hesaplanır.

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_j (f_j^* - f_{ij}) / (f_j^* - f_j^-) \quad (3.20)$$

$$R_i = \max_j [w_j (f_j^* - f_{ij}) / (f_j^* - f_j^-)] \quad (3.21)$$

burada w_j , toplamı 1 olmak üzere kriter ağırlıklarını ifade eder.

Adım 4: Ortalama grup faydası ve maksimum pişmanlık hesaplandıktan sonra alternatiflerin performansını sıralamak adına (Q_i) değerleri tüm $i = 1, 2, \dots, m$ için hesaplanır.

$$Q_i = (v(S_i - S^*) / (S^- - S^*)) + ((1 - v)(R_i - R^*) / (R^- - R^*)) \quad (3.22)$$

Burada

$$S^* = \min_i S_i \quad , \quad S^- = \max_i S_i$$

$$R^* = \min_i R_i \quad , \quad R^- = \max_i R_i$$

değerlerini ifade ederken v değeri çoğunluk için maksimum grup faydasını ifade eder. Diğer taraftan $1 - v$ ise karşı fikirdekilerin minimum pişmanlığının ağırlığını ifade eder.

$v > 0.5$ çoğunluğun oyu

$v \approx 0.5$ uzlaşık birlik

$v < 0.5$ reddedilme

olmak üzere v karar verme stratejisinin maksimum grup faydasının ağırlığıdır.

Adım 5: S, R, Q değerleri için sıralama listesi oluşturulur ve bunun sonucunda alternatifler arasındaki sıralama belirlenir.

Adım 6: Q_i (minimum) değerlerine göre sıralanan a' alternatifi aşağıda belirtilen iki koşulun sağlanması durumunda uzlaştırıcı çözüm olarak önerilir.

C_1 : Kabul edilebilir avantaj

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

burada a'' değeri, Q sıralama değerine göre sıralamada ikinci sırayı alan ve a' değeri de birinci sırayı alan alternatiftir.

$DQ = 1/(m - 1)$; m alternatif sayısını ifade eder.

C_2 : Karar vermede kabul edilebilir durum

Alternatif a', S ve/veya R değerlerine göre sıralamadaki en iyi alternatiftir. Bu uzlaşık çözüm karar verme sürecinde istikrarlıdır.

Eğer C_1 ve C_2 durumlarından en az biri sağlanmazsa uzlaşık çözüm kümesi şu şekilde belirlenir:

- C_2 durumu sağlanmıyorsa a' ve a'' alternatifleri uzlaşık küme alınır.
- C_1 durumu sağlanmıyorsa $a', a'', \dots, a^{(m)}$ alternatifleri ve değeri maksimum m için $Q(a^{(m)}) - Q(a') < DQ$ koşulunu sağlayan küme belirlenir.

Q değerleri, uzlaşık çözüm kıstasları dahilinde sıralanır. Sıralama sonucunda en iyi alternatif skor olarak en düşük değeri alan alternatiflerden biridir.

3.5.3. MOORA

MOORA (Multi-objective Optimization on the Basis of Ratio Analysis) yöntemi oransal analiz temelli çok amaçlı optimizasyon yöntemidir. Yöntem, ilk kez Brauers (2004) tarafından kamuda özelleştirme konusunda yaptığı çalışmalara dayanarak yine ilk olarak Brauers ve Zavadskas (2006) tarafından kamu özelleştirmeleri üzerine yapılan çalışmada uygulanmıştır. Ardından bu yöntem Brauers ve Zavadskas (2010) tarafından daha da geliştirilerek MOORA yöntemine çarpımsal form (multiplicative form) eklenerek MULTIMOORA halini almıştır (Baležentis ve Baležentis, 2014:210).

Çok kriterli karar verme teknikleri olan AHP, TOPSIS, ELECTRE, VIKOR vb. tekniklere göre daha yeni bir teknik olan MOORA tekniği son dönemlerdeki çalışmalarda sıkça yer alarak literatüre girmiştir (Vatansever ve Uluköy, 2013:282). MOORA yönteminin diğer çok kriterli karar verme teknikleri açısından önemli üstünlükleri için şunları sayabiliriz:

- Problemden tanımlanan sınırlı sayıda tüm amaçları değerlendirmeye almak.
- Alternatiflerin amaçlar üzerindeki etkileşimini kısım kısım değil bir bütün halinde ele almak.
- Öznel açıdan ağırlıklı normalleştirme yapmak yerine öznel olmayan yönsüz değer kullanmak (Ersöz ve Atav, 2011:1).

MOORA tekniğini diğer çok kriterli karar verme teknikleri ile karşılaştırdığımızda, Tablo 3.3.'e göre hesaplama zamanının çok az, yöntemin çok basit ve matematik işlemlerinin minimum olduğu görülmektedir. Bunlarla beraber güvenilirlik düzeyi yüksektir (Brauers ve Zavadskas, 2012:5).

Tablo 3.3. Bazı Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinin Performans Karşılaştırması

ÇKKV Teknikleri	Hesaplama Zamanı	Basitlik	Matematik İşlemleri	Güvenilirlik	Veri Türü
PROMETHEE	Fazla	Orta Kritik	Orta	Orta	Karma
TOPSIS	Orta	Orta Kritik	Orta	Orta	Nicel
AHP	Çok fazla	Çok kritik	Maksimum	Zayıf	Karma
ELECTRE	Fazla	Orta Kritik	Orta	Orta	Karma
MOORA	Çok az	Çok basit	Minimum	İyi	Nicel
VIKOR	Az	Basit	Orta	Orta	Nicel

Kaynak: Brauers ve Zavadskas, 2012:5.

Literatürde aşağıdaki MOORA yöntemleri mevcuttur.

- MOORA-Oran Yöntemi
- MOORA-Referans Noktası Yaklaşımı
- MOORA-Önem Katsayısı
- MOORA-Tam Çarpım Formu
- MULTI-MOORA

Multi-MOORA yöntemi başlı başına bir yöntem olmayıp yukarıda gösterilen farklı MOORA yöntemleri sonucunda yapılan sıralamalarda en son baskınlık değerine bakarak değerlendirme yapmaktadır. Bununla beraber Multi-MOORA yöntemi diğer ÇKKV yöntemleri içerisinde dayanıklılık (robustness) açısından en üst seviyeye çıkmıştır (Karaca 2011:24).

Bu çalışmada Oran Metodu, Referans Nokta Yaklaşımı, Önem Katsayısı, Tam Çarpım Formu yöntemlerinin hesaplamaları ele alınmıştır ve Multi-MOORA yönteminden kısaca bahsedilmiştir. Aşağıda MOORA yönteminin adımları gösterilmiştir (Brauers ve Zavadskas, 2006:447-448; Brauers vd., 2008; Brauers ve Ginevičius, 2009; Brauers ve Zavadskas, 2010:14; Brauers ve Zavadskas, 2012:10; Balezentis ve Balezentis, 2014:211-213).

Oran Yöntemi

Adım 1: Uygun alternatifler ve alternatifler için değerlendirme kriterleri belirlenir. Kriter ağırlıkları ve alternatifler adına verilen değerler Eşitlik 3.2 ve Eşitlik 3.3'e göre tek değere indirgenir ve karar matrisi oluşturulur.

Adım 2: Eşitlik 3.6'ya göre vektör normalizasyon işlemi yapılır. Burada r_{ij} normalleştirilmiş değer olup $r_{ij} \in [0; 1]$ 'dir. Ancak bazı durumlarda bu aralık $r_{ij} \in [-1; 1]$ olabilir. Örneğin problemdeki karar skorları adına bazı durumlarda sektörel olarak bir düşüş gözlenir ve bu durum karar skorlarının negatif değere düşmesine neden olur, bu nedenle bu aralık negatif değer alabilir.

Adım 3: Eşitlik 3.10'na göre ağırlıklı normalize karar matrisi oluşturulur.

Adım 4: Normalize karar matrisini ağırlıklandırma işleminden sonra oluşan matriste kriterlerin amaçları adına maksimum veya minimum amaçlar tespit edilir ve

bunlar maksimum amaçlar ve minimum amaçlar olarak ayrı ayrı toplanır. Toplanan maksimum amaçlı kriterlerden minimum amaçlı kriterler çıkartılır.

$$y_i^* = \sum_{j=1}^g v_{ij} - \sum_{j=g+1}^n v_{ij} \quad (3.23)$$

Burada $j = 1, 2, \dots, g$ maksimize edilecek değerler, $j = g + 1, g + 2, \dots, n$ minimize edilecek değerler ve v_{ij} , ağırlıklandırılmış normalize matris olmak üzere; y_i^* , i . alternatifin tüm kriterlere göre normalleştirilmiş değerlendirilmesidir. Elde edilen y_i^* 'ler sıralanarak işlem tamamlanmış olur. En yüksek y_i^* değerini alan alternatif en iyi performansa sahiptir.

Referans Nokta Yaklaşımı

Referans Nokta Yaklaşımı oran yöntemine dayanır. Oran yöntemine ek olarak her kriter adına eğer amaç maksimizasyon ise ilgili kriter için maksimum referans noktaları, amaç minimizasyon ise ilgili kriter için minimum referans noktaları belirlenir.

Adım 1: Ağırlıklı normalize karar matrisi oluşturulduktan sonra bu değerler üzerinden belirlenen fayda kriteri için maksimum, maliyet kriteri için minimum referans noktalarının (v_j) her v_{ij} 'den olan uzaklıkları Eşitlik 3.24'e göre bulunur.

$$|v_j - v_{ij}| \quad (3.24)$$

Burada v_{ij} , i . alternatifin j . kriterdeki ağırlıklı normalleştirilmiş değerini, v_j , j . kriterin ağırlıklı normalize matristeki referans noktasını (max veya min) gösterir.

Adım 2: Uzaklık değerleri hesaplandıktan sonra Eşitlik 3.25'te belirtilen Tchebycheff Min-Maks Metrik işlemi uygulanır. Ardından sıralama işlemi yapılır.

$$\min_i \left\{ \max_j (v_j - v_{ij}) \right\} \quad (3.25)$$

Önem Katsayısı

Normalleştirme sonucunda kriter oranlarının 1'den küçük olmasından dolayı kriterlerin birinin diğerinden daha önemli olduğu beklenemez. Fakat bazı durumlarda bazı kriterlerin diğer kriterlere göre daha önemli olduğu vurgulanabilir. Bu durumda,

bir kriterin önem değerini artırmak için normalize edilmiş kriter değeri önem katsayısı ile çarpılır. Ağırlıklandırma işlemi \check{y}_j^* Eşitlik 3.26'ya göre hesaplanır.

$$\check{y}_i^* = \sum_{j=1}^g w_j \cdot r_{ij} - \sum_{j=g+1}^n w_j \cdot r_{ij} \quad (3.26)$$

Burada w_j önem katsayısı, $j = 1, 2, \dots, g$ maksimize edilecek değerler ve $j = g + 1, g + 2, \dots, n$ minimize edilecek değerler ve $\sum_{j=1}^n w_j = 1$ olmak üzere, \check{y}_i^* , i . alternatifin önem katsayısı ile çarpımından sonra tüm kriterler adına değerlendirilmiş halidir.

Referans Noktası Yaklaşımı için Önem Katsayısı ise Eşitlik 3.27'ye göre hesaplanır.

$$|w_j r_j - w_j r_{ij}| \quad (3.27)$$

Tam Çarpım Formu

Tam çarpım formu yöntemi kriterlerin maksimizasyonunu amaçlarken bunun yanı sıra çarpımsal fayda fonksiyonunu minimize eder. Burada ağırlıklı normalize karar matrisindeki fayda kriterleri çarpımının maliyet kriterleri çarpımına bölünmesi işlemi gerçekleştirilir. Amaç, fayda maliyet oranı üzerinden performans değerlendirmesi yapmaktır. Tam Çarpım Formu (U_i) Eşitlik 3.28'e göre hesaplanır.

$$U_i = \frac{A_i}{B_i} \quad (3.28)$$

Burada $A_i = \prod_{j=1}^g v_{ij}$ ve $B_i = \prod_{j=g+1}^n v_{ij}$ eşitliklerini ifade eder. U_i değeri i . alternatifin kullanım derecesini ifade ederken eşitliğin pay kısmında maksimize kriterler payda kısmında ise minimize kriterler yer alır.

Multi-MOORA Yöntemi

Multi-MOORA yöntemi Oran Yöntemi ve Referans Noktası Yaklaşımına ek olarak Tam Çarpım Formu yöntemi eklenmesi ile elde edilen sonuçların baskınlık sıralaması yapılarak daha dayanıklı bir sıralama elde etmek için geliştirilmiştir. Mevcut alternatifler içinde herhangi bir alternatifin diğeri üzerindeki etkisine baskınlık denir. Multi-MOORA uygulamada baskınlık, geçişlilik ve denge durumu özelliklerinden yararlanır.

Bu çalışmada farklı yöntemlerin sonuçlarının karşılaştırılması amaçlandığından Multi-MOORA yöntemi uygulanmayacaktır. Bunun yerine ağırlıklı oran, ağırlıklı referans noktası ve ağırlıklı tam çarpım formlarının sonuçları ayrı ayrı karşılaştırılacaktır.

3.5.4. WASPAS

WASPAS (Weighted Aggregated Sum Product Assessment) yöntemi 2012 yılında Zavadskas vd. tarafından tasarlanmıştır (Madic vd, 2014:80). WASPAS yöntemi Ağırlıklı Toplam Model (Weighted Sum Model) ve Ağırlıklı Çarpım Model (Weighted Product Model) şeklinde iki farklı modeli birleştiren çok kriterli karar verme yöntemidir. Bu şekilde birleştirilmiş yöntemin tek yönteme göre üstünlüğü görülmektedir. Yöntemin amacı sıralama doğruluğunu artırmaktır (Chakraborty ve Zavadskas, 2014). Ayrıca WASPAS yöntemi ağırlıklı bütünleştirilmiş fonksiyonun optimizasyonunu yaparak sonuçların çıkarsamasında yüksek tutarlılığı hedefler (Lashgari vd., 2014). WASPAS yüksek güvenilirlik derecesi avantajı olan bir yöntem olup potansiyel alternatiflerin değerlendirilmesi ve sıralanması için uygulanmaktadır (Zolfani vd., 2013).

Zavadskas vd. 2015 yılında yaptıkları çalışma ile WASPAS yöntemini, tek değerli nörosifik (gerçek yaşamın belirsiz karakterini göz önünde bulundurarak insan akıl yürütmesine dayalı sistem) dizi (single-valued neutrosophic set) ile kullanarak WASPAS-SVNS şeklinde genişletmişlerdir (Zavadskas vd., 2016:89).

Aşağıda WASPAS yönteminin adımları gösterilmiştir (Zavadskas vd., 2012:3-4; Turskis vd., 2015; Tayalı, 2017:374).

Adım 1: Uygun alternatifler ve alternatifler için değerlendirme kriterleri belirlenir. Kriter ağırlıkları ve alternatifler adına verilen değerler Eşitlik 3.2 ve Eşitlik 3.3'e göre tek değere indirgenir ve karar matrisi oluşturulur.

Adım 2: Karar matrisi normalize edilir. Normalize işlemi için fayda ve maliyet kriteri göz önünde bulundurulur. Eşitlik 3.29'a göre fayda kriteri, Eşitlik 3.30'a göre maliyet kriteri normalize edilir.

$$\text{Fayda kriteri için, } r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\max_i x_{ij}}, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3.29)$$

$$\text{Maliyet kriteri için, } r_{ij} = \frac{\min_i x_{ij}}{x_{ij}}, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3.30)$$

Adım 3: Her bir alternatif için kriterlerin göreceli ağırlıklandırma işlemi Ağırlıklı Toplam Modeli'ne göre hesaplanır. Optimal değeri hesaplamak adına ağırlıklandırılmış matrisler alternatif bazında toplanır.

$$Q_i = \sum_{j=1}^n w_j \cdot r_{ij} , \quad j = 1,2, \dots, n , \quad i = 1,2, \dots, m \quad (3.31)$$

Adım 4: Ardından her bir alternatif adına kriterlerin göreceli ağırlıklandırma işlemi Ağırlıklı Çarpım Modeli'ne göre hesaplanır. Optimal değeri hesaplamak adına ağırlıklandırılmış matrisler alternatif bazında çarpılır.

$$P_i = \prod_{j=1}^n (r_{ij})^{w_j} , \quad j = 1,2, \dots, n , \quad i = 1,2, \dots, m \quad (3.32)$$

Adım 5: Her bir alternatifin birleşik optimal değeri Eşitlik 3.33'a göre hesaplanır.

$$K_i = \lambda \sum_{j=1}^n w_j r_{ij} + (1 - \lambda) \prod_{j=1}^n (r_{ij})^{w_j} , \quad \lambda = 0, \dots, 1 , \quad 0 \leq K_i \leq 1 \quad (3.33)$$

Burada λ , Eşitlik 3.34'e göre hesaplanan birleşik optimizasyon katsayısıdır ve $\lambda \in [0,1]$ 'dir. $\lambda(0.5)$ değeri ağırlıklı toplam değerinin ağırlıklı çarpım değerine eşit olduğu varsayımına dayanarak hesaplanabilir. Bu çalışmada λ birleşik optimallik katsayısı (0.5) alınmıştır ($Q_i = 0.5$ ve $P_i = 0.5$).

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^m P_i}{\sum_{i=1}^m Q_i + \sum_{i=1}^m P_i} \quad (3.34)$$

Adım 6: Son olarak sıralama, alternatifler için skor değerlerine bakılarak yapılır. K_i değerlerine göre yapılan sıralama için, skor değeri açısından en yüksek olan alternatif en iyi alternatif olacaktır.

3.6. BULANIK ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ

İkinci bölümde bahsedildiği üzere bulanık mantık kavramında sözel değişkenler kesin/net sınırları olmayan ve ara değerlere sahip değişkenlerdir. Kişi görüşleri sözel olarak “çok düşük-düşük-orta düşük-orta veya çok kötü-kötü-orta kötü-orta” şeklinde olabilir. Bu bağlamda karar vericiler veya uzman grup görüşlerini sözel halden sayısal hale dönüştürmek için dilsel değişkenlere ihtiyaç vardır.

Uzman grup karar vericiler tarafından sözel değişkenlerle değerlendirilen karar problemi araçlarının üçgen bulanık sayılar şeklinde ifade edilişi kriterler için Tablo 3.4. alternatifler için Tablo 3.5.'de gösterilmiştir.

Tablo 3.4. Kriterlerin Önem Ağırlığının Değerlendirilmesinde Kullanılan Sözel Değişkenler

Sözel Değişkenler	Üçgen Bulanık Sayılar		
	Çok Düşük (ÇD)	0.0	0.0
Düşük (D)	0.0	0.1	0.3
Orta Düşük (OD)	0.1	0.3	0.5
Orta (O)	0.3	0.5	0.7
Orta Yüksek (OY)	0.5	0.7	0.9
Yüksek (Y)	0.7	0.9	1.0
Çok Yüksek (ÇY)	0.9	1.0	1.0

Kaynak: Chen, 2000.

Tablo 3.5. Alternatiflerin Değerlendirilmesinde Kullanılan Sözel Değişkenler

Sözel Değişkenler	Üçgen Bulanık Sayılar		
	Çok Kötü (ÇK)	0.0	0.0
Kötü (K)	0.0	1.0	3.0
Orta Kötü (OK)	1.0	3.0	5.0
Orta (O)	3.0	5.0	7.0
Orta İyi (OI)	5.0	7.0	9.0
İyi (İ)	7.0	9.0	10.0
Çok İyi (Çİ)	9.0	10.0	10.0

Kaynak: Chen, 2000.

Bulanık çok kriterli karar verme yöntemleri için aksi belirtilmediği sürece n ve m sonlu sayılar olmak üzere; K karar verici sayısını, $m = (i = 1, 2, \dots, m)$ alternatif sayısını ve $n = (j = 1, 2, \dots, n)$ kriter sayısını temsil edecektir. Yöntemlerin uygulanmasında üçgen bulanık sayılar kullanılacaktır ve $\tilde{x}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$ üçgen bulanık sayı olmak üzere; a_{ij} üçgen bulanık sayı içerisinde alt değeri, b_{ij} orta değeri ve c_{ij} üst değeri ifade edecektir.

Aşağıda Bulanık TOPSIS, Bulanık VIKOR, Bulanık MOORA, Bulanık WASPAS yöntemlerinden bahsedilecektir.

3.6.1. Bulanık TOPSIS

Bulanık TOPSIS yöntemi, normalize edilmiş açılarından doğrusal normalizasyon ve vektörel normalizasyon olmak üzere iki açıdan ele alınmıştır. Bulanık doğrusal TOPSIS ve bulanık vektörel TOPSIS yöntemleri normalize edilmiş ve ideal çözüme yaklaşım açısından farklılık göstermektedir.

Aşağıda Bulanık TOPSIS yönteminin adımları verilmiştir (Chen 2000; Chu 2002, Chu ve Tsao 2002; Cascales ve Lamata 2012).

Bulanık TOPSIS Doğrusal Normalizasyon

Adım 1: Uygun alternatifler ve alternatifler için değerlendirme kriterleri belirlenir. Dilsel değişkenler yardımıyla, K tane karar vericinin alternatifler için verdikleri karar değerleri Tablo 3.5.'e göre, kriterler için verdikleri karar değerleri ise Tablo 3.4.'e göre üçgen bulanık sayılara dönüştürülür. K tane karar vericinin alternatifler ve kriterler adına değerlendirmesi sonucu oluşan değerler tek bir değere indirgenir.

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{1}{K} [\tilde{x}_{ij}^1 (+) \tilde{x}_{ij}^2 (+) \dots (+) \tilde{x}_{ij}^K] \quad (3.35)$$

Burada \tilde{x}_{ij}^K , K. karar vericinin verdiği karar değerini gösterir.

$$\tilde{w}_j = \frac{1}{K} [\tilde{w}_j^1 (+) \tilde{w}_j^2 (+) \dots (+) \tilde{w}_j^K] \quad (3.36)$$

Burada \tilde{w}_j^K , K. karar vericinin verdiği önem ağırlığını gösterir.

Adım 2: Kriterler ve alternatifler tek değere indirgendiikten sonra karar matrisi oluşturulur.

$$\tilde{D} = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \vdots & \tilde{x}_{2n} \\ \dots & \dots & \tilde{x}_{ij} & \dots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad \tilde{W} = [\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_j, \dots, \tilde{w}_n] \quad (3.37)$$

burada $\tilde{x}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$ ve $\tilde{w}_j = (\tilde{w}_{j1}, \tilde{w}_{j2}, \tilde{w}_{j3})$ üçgen bulanık sayılar olup \tilde{D} bulanık karar matrisini, \tilde{W} ise bulanık ağırlıklar matrisini göstermektedir.

Adım 3: Karar matrisinin oluşturulmasından sonraki adım karar matrisinin normalize edilmesidir. Normalize bulanık karar matrisi fayda kriteri için Eşitlik 3.39'a göre maliyet kriteri için ise Eşitlik 3.40'a göre normalize edilir ve normalize bulanık

karar matrisi (\tilde{R}) elde edilir. Bu normalize işlemi için lineer ölçek dönüşümü kullanılmaktadır.

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n} \quad (3.38)$$

B fayda kriteri için:

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right), \quad c_j^* = \max_i c_{ij}, \quad j \in B \quad (3.39)$$

C maliyet kriteri için:

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}} \right), \quad a_j^- = \min_i a_{ij}, \quad j \in C \quad (3.40)$$

Burada $\tilde{r}_{ij}(\forall i, j)$ normalize edilmiş üçgen bulanık sayılardır. Normalize edilen bu değerler $[0,1]$ aralığında yer alır.

Adım 4: Normalize bulanık karar matrisi oluşturulduktan sonra ağırlıklandırma yapılarak ağırlıklı normalize karar matrisi oluşturulur. Buradaki amaç karar kriterlerinin birbirinden farklı önem derecelerini dikkate almaktır. Ağırlıklandırma işlemi normalize edilmiş karar matrisi ile tek değere indirgenmiş kriter ağırlıklarının çarpımını ifade eder. Ağırlıklı normalize Eşitlik 3.41'e göre oluşturulur.

$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n}, \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (3.41)$$

Burada, $\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \otimes \tilde{w}_j$ 'dir.

Adım 5: Ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi elde edildikten sonra bulanık pozitif ideal çözüm ($BPİÇ, A^*$) ve bulanık negatif ideal çözüm ($BNİÇ, A^-$) Eşitlik 3.42'ye göre oluşturulur.

$$A^* = (\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \dots, \tilde{v}_n^*), \quad A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_n^-) \quad (3.42)$$

Burada $v_j^* = (1,1,1)$ ve $v_j^- = (0,0,0)$ $j = 1, 2, \dots, n$ 'dir.

Adım 6: Her bir alternatifin pozitif ideal çözüme (A^*) ve negatif ideal çözüme (A^-) olan uzaklıkları hesaplanır.

Pozitif ideal çözüm:

$$D_i^* = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*) \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3.43)$$

Negatif ideal çözüm:

$$D_i^- = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-) \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3.44)$$

Burada d_i iki bulanık sayı arasındaki uzaklığı göstermektedir.

$\tilde{m} = (a_1, a_2, a_3)$ ve $\tilde{n} = (b_1, b_2, b_3)$ iki üçgen bulanık sayıyı ifade etmek üzere bu sayılar arasındaki uzaklık vertex yöntemi ile hesaplanabilir (Chen,2000:3).

$$d(\tilde{m}, \tilde{n}) = \sqrt{1/3[(a_1 - b_1)^2 + (a_2 - b_2)^2 + (a_3 - b_3)^2]} \quad (3.45)$$

Adım 7: Vertex yöntemi yardımıyla pozitif ideal çözüm uzaklıklarının (D_i^*) ve negatif ideal çözüm uzaklıklarının (D_i^-) hesaplanmasının ardından alternatiflerin sıralamasını oluşturmak için her alternatife ilişkin yakınlık katsayıları (CC_i) aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$CC_i = \frac{D_i^-}{D_i^* + D_i^-}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3.46)$$

Herhangi bir alternatif için (A_i) yakınlık katsayısı (CC_i), 1'e yaklaştıkça alternatif A_i pozitif ideal çözüme o oranda daha yakın ve negatif ideal çözüme o oranda daha uzak olacaktır. Aynı şekilde A_i için CC_i , 0'a yaklaştıkça A_i negatif ideal çözüme o oranda daha yakın ve pozitif ideal çözüme o oranda daha uzak olacaktır.

Yakınlık katsayısına göre tüm alternatifler için sıralama oluşturabilir ve bu sıralama sonucunda en iyi alternatif seçilebilir. Her bir alternatifin değerlendirme durumlarını tanımlamak için [0,1] aralığı beş eşit parçaya bölünür. Bölünen bu aralıklar için sözel değişkenler oluşturulur. Bu sınıflar ve karşılık sözel karşılıkları Tablo 3.6.'da verilmiştir.

Tablo 3.6. Bulanık TOPSIS Kabul Koşulları

Yakınlık Katsayısı (CC_i)	Değerlendirme Durumu
$CC_i \in [0.8, 1.0)$	Kabul edilir ve tercih edilir
$CC_i \in [0.6, 0.8)$	Kabul edilir
$CC_i \in [0.4, 0.6)$	Düşük risk ile tavsiye edilir
$CC_i \in [0.2, 0.4)$	Yüksek risk ile tavsiye edilir
$CC_i \in [0.0, 0.2)$	Tavsiye edilmez

Kaynak: Chen vd., 2006.

Her bir alternatifin mevcut durumunu belirlemek için Tablo 3.6.'ya ve karar kurallarına dayanarak sözel değişkenler kullanılabilir. Herhangi iki alternatif değerinin aynı sınıfa girmesi durumunda sıralama yakınlık katsayılarına bakılarak yapılır.

Bulanık TOPSIS Vektörel Normalizasyon

Adım 1: Bulanık karar matrisi oluşturulduktan sonra vektörel normalizasyon matrisi Eşitlik 3.47'ye göre oluşturulur.

$$\tilde{r}_{ij} = x_{ij} / \sqrt{\sum_{i=1}^m (x_{ij})^2} \quad , \quad j = 1, 2, \dots, n \quad , \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3.47)$$

Burada x_{ij} değeri, j . kriterin i . alternatif adına olan değerini gösterir.

Adım 2: Eşitlik 3.41'e göre karar matrisi ağırlıklandırılır.

Adım 3: Eşitlik 3.48.'e göre hesaplanan pozitif ideal çözüm (\tilde{A}^*), kriterlerin ağırlıklı normalize karar matrisindeki en iyi performans değerini gösterir.

$$\tilde{A}^* = \{\tilde{v}_1^*, \dots, \tilde{v}_n^*\} = \left\{ \left(\max_i, \tilde{v}_{ij}, j \in J \right) \right\} \left\{ \left(\min_i, \tilde{v}_{ij}, j \in J' \right) \right\} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3.48)$$

Eşitlik 3.49'a göre hesaplanan negatif ideal çözüm (\tilde{A}^-), kriterlerin ağırlıklı normalize karar matrisindeki en kötü performans değerini gösterir.

$$\tilde{A}^- = \{\tilde{v}_1^-, \dots, \tilde{v}_n^-\} = \left\{ \left(\min_i, \tilde{v}_{ij}, j \in J \right) \right\} \left\{ \left(\max_i, \tilde{v}_{ij}, j \in J' \right) \right\} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3.49)$$

Burada J fayda kriteri ile ilişkili olup J' ise maliyet kriteri ile ilişkilidir.

Adım 4: Her bir alternatif için pozitif ideal çözüme (\tilde{D}_i^*) ve negatif ideal çözüme (\tilde{D}_i^-) olan uzaklıklar hesaplanır.

$$\tilde{D}_i^* = \left\{ \sum_{j=1}^n (\tilde{v}_{ij} - \tilde{v}_j^+)^2 \right\}^{\frac{1}{2}}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3.50)$$

$$\tilde{D}_i^- = \left\{ \sum_{j=1}^n (\tilde{v}_{ij} - \tilde{v}_j^-)^2 \right\}^{\frac{1}{2}}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3.51)$$

Burada m boyutlu Öklid uzaklığından yararlanılmıştır.

Adım 5: Sıralama değerleri olan (\tilde{R}_i)'ler Eşitlik 3.52'ye göre hesaplanır. Elde edilen sıralama değerleri alternatiflerin elde ettikleri başarı durumunu temsil eder. En yüksek değere sahip olan alternatif en iyi performansa sahip demektir.

$$\tilde{R}_i = \frac{\tilde{D}_i^-}{\tilde{D}_i^+ + \tilde{D}_i^-}, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3.52)$$

Ardından elde edilen (\tilde{R}_i) değerleri durulaştırılır. Her alternatif için oluşan üçgen bulanık sıralama değerleri Eşitlik 3.53'e göre durulaştırılır.

$$I_{\frac{1}{3} \frac{1}{3} \frac{1}{3}}(R_i) = \frac{1}{3} \left(\frac{a_i + 4b_i + c_i}{2} \right) \quad (3.53)$$

Burada R_i değeri 0 ile 1 arasında bir değer alır. i . alternatif için R_i değerinin 1'e yakın olması durumu, i . alternatifin performans sıralamasının yüksek olması demektir. Aynı şekilde bu değer 0'a yakın çıkması durumunda performans sırası düşük olacaktır.

Adım 6: Son olarak alternatifler arasında tercih sıralamasını belirlemek için durulaştırılmış alternatif değerlerden pozitif ideal çözüme en yakın olanı tercih edilir. Açıkça görüldüğü gibi bu değer pozitif ideal çözüme en yakın, negatif ideal çözüme ise en uzak olması beklenir.

3.6.2. Bulanık VIKOR

Aşağıda Bulanık VIKOR yönteminin adımları verilmiştir (Akyüz, 2012; Chen ve Wang, 2009; Moeinzadeh ve Hajfathaliha, 2009; Opricovic, 2011).

Adım 1: Her bir alternatif için değerlendirme kriterleri ve uygun dilsel değişkenler tanımlanır. Kriter ağırlıkları ve alternatifler adına verilen değerler Eşitlik 3.35'e ve Eşitlik 3.36'ya göre tek bir değere indirgenir ve karar matrisi oluşturulur.

Adım 2: Her bir kriter için en iyi bulanık değer $\tilde{f}_j^* = (a_j^*, b_j^*, c_j^*)$ ve en kötü bulanık değer $\tilde{f}_j^- = (a_j^-, b_j^-, c_j^-)$ belirlenir.

Eğer j . kriter fayda kriteri ise, I^b fayda kümesi için Eşitlik 3.54 kullanılır.

$$\tilde{f}_j^* = \max_i \tilde{f}_{ij}, \quad \tilde{f}_j^- = \min_i \tilde{f}_{ij}, \quad j \in I^b, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (3.54)$$

Eğer j . kriter maliyet kriteri ise, I^c maliyet kümesi için Eşitlik 3.55 kullanılır.

$$\tilde{f}_j^* = \min_i \tilde{f}_{ij}, \quad \tilde{f}_j^- = \max_i \tilde{f}_{ij}, \quad j \in I^c, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (3.55)$$

Adım 3: En iyi ve en kötü bulanık değerler belirlendikten sonra bu değerler ile bulanık karar matrisindeki değerler arasındaki farklar hesaplanır. Kriter fayda (I^b) kriteri ise Eşitlik 3.56 kriter maliyet (I^c) kriteri ise Eşitlik 3.57 kullanılır.

$$\tilde{D}_{ij} = (\tilde{f}_j^* \ominus \tilde{x}_{ij}) / (c_j^* - a_j^-) \quad j \in I^b \quad (3.56)$$

$$\tilde{D}_{ij} = (\tilde{x}_{ij} \ominus \tilde{f}_j^*) / (c_i^- - a_i^*) \quad j \in I^c \quad (3.57)$$

Adım 4: Tüm alternatif adına kriter değerlerinin en iyi bulanık değere uzaklıklarının toplam değerleri $\tilde{S}_i = (S_i^a, S_i^b, S_i^c)$ ile j . kritere göre tüm alternatiflerin en kötü bulanık değere olan maksimum uzaklık değerleri $\tilde{R}_i = (R_i^a, R_i^b, R_i^c)$ hesaplanır. \tilde{w}_j kriter ağırlıklarını göstermek üzere \tilde{S}_i ve \tilde{R}_i değerleri Eşitlik 3.58'e ve Eşitlik 3.59'a göre hesaplanır.

$$\tilde{S}_i = \sum_{j=1}^n \oplus (\tilde{w}_j \otimes \tilde{d}_{ij}) \quad (3.58)$$

$$\tilde{R}_i = \text{MAX}_j (\tilde{w}_j \otimes \tilde{d}_{ij}) \quad (3.59)$$

Burada \tilde{S} bulanık ağırlıklı toplam değeri ifade ederken \tilde{R} değeri ise bulanık ağırlıklı maksimal değeri ifade eder.

Adım 5: Bu adımda ise grup faydasına ve karşıt görüştekilerin minimum pişmanlığına dayanan $[\tilde{Q}_i = (Q_i^a, Q_i^b, Q_i^c) , i = 1, 2, \dots, m]$ değeri hesaplanır.

$$\tilde{Q}_i = v(\tilde{S}_i \ominus \tilde{S}^*) / (S^{-c} \ominus S^{*a}) \oplus (1 - v)(\tilde{R}_i \ominus \tilde{R}^*) / (R^{-c} \ominus R^{*a}) \quad (3.60)$$

Burada \tilde{S}^* , S^{-c} , \tilde{R}^* , R^{-c} değerlerinin hesaplanması şöyledir;

$$\tilde{S}^* = \min_i \tilde{S}_i \quad , \quad S^{-c} = \max_i S_i^c \quad (3.61)$$

$$\tilde{R}^* = \min_i \tilde{R}_i \quad , \quad R^{-c} = \max_i R_i^c \quad (3.62)$$

v değeri maksimum grup faydasını sağlayan stratejinin ağırlığını belirlerken; $(1 - v)$ değeri ise bireysel pişmanlık ağırlığını belirtmek için kullanılır. Stratejilerde uzlaşmacı durum için $v = 0.5$ alınabilir. Burada n kriter sayısını göstermek üzere v değeri $v = (n + 1) / 2n$, $(v + 0.5(n - 1) / n = 1$ 'den) şeklinde hesaplanabilir.

Adım 6: Elden edilen sonuçlar hali hazırda üçgen bulanık sayılardır. Bu sayılar $\tilde{S}_i = (S_i^a, S_i^b, S_i^c)$, $\tilde{R}_i = (R_i^a, R_i^b, R_i^c)$, $\tilde{Q}_i = (Q_i^a, Q_i^b, Q_i^c)$ olmak üzere her biri Eşitlik 3.63'e göre durulaştırılır. Durulaştırılan bu değerlerden sırasıyla S_i , R_i , Q_i indeks değerleri elde edilir. Burada bulanık sayıları durulaştırmak adına 2.ağırlıklı ortalama yöntemi kullanılmıştır.

$$\text{Crisp}(\tilde{N}) = (2b + a + c)/4 \quad (3.63)$$

S_i , R_i , Q_i için elde edilen duru değerler küçükten büyüğe sıralanır. En küçük Q_i indeks değerine sahip olan alternatif problemde en iyi seçenek olarak kabul edilir.

Adım 7: S_i , R_i , Q_i değerleri için sıralama sonuçlarının ardından en küçük Q_i değerine sahip alternatifin en iyi seçenek olduğunun kararına varmak için aşağıda verilen koşulların sağlanması yapılır.

Koşul 1- Kabul edilebilir avantaj: Q_i indeks sıralamasında en iyi alternatif ve en iyi ikinci alternatif arasındaki farkın eşik değerini ($D(Q)$) aşan bir fark olması koşuludur.

$$Q(a'') - Q(a') \geq D(Q) \quad (3.64)$$

Burada a'' değeri Q_i tarafından sıralanan listede en iyi ikinci alternatifi (en düşük ikinci puan) temsil ederken a' değeri (en düşük puan) ise en iyi alternatiftir. m alternatif sayısını göstermek üzere eşik değeri Eşitlik 3.65'e göre hesaplanır.

$$D(Q) = 1/(m - 1) \quad (3.65)$$

Koşul 2- Kabul edilebilir istikrar: En iyi skor değerine sahip olan a' alternatifi S ve/veya R indeks değerlerinden birinde en iyi seçenek olmalıdır.

Eğer *Koşul 1* sağlanmıyorsa ve $Q(a^m) - Q(a') < D(Q)$ ise a^m ve a' aynı/benzer uzlaştırıcı çözümdür. Bu durumda a', a'', \dots, a^m uzlaştırıcı çözümlerin aynı/benzer olması sebebiyle a' kıyaslanacak bir üstünlüğe sahip değildir. Eğer *Koşul 2* sağlanmıyorsa a' kıyaslamalı bir üstünlüğe sahip olmasına karşın karar vermede istikrar yoktur. Bundan dolayı a' ve a'' 'nin uzlaştırıcı çözümü aynıdır (Moeinzadeh ve Hajfathaliha, 2009: 1640).

3.6.3. Bulanık MOORA

Aşağıda Bulanık MOORA yönteminin adımları verilmiştir (Brauers ve Zavadskas, 2006:447-448; Karande ve Chakraborty, 2012:15-16; Balezentis ve Balezentis, 2014: 211-213).

Oran Yöntemi

Adım 1: Her bir alternatif için değerlendirme kriterleri ve uygun dilsel değişkenler tanımlanır. Kriter ağırlıkları ve alternatifler adına verilen değerler Eşitlik 3.35'e ve Eşitlik 3.36'ya göre tek bir değere indirgenir ve karar matrisi oluşturulur.

Karar matrisini elde ettikten sonra vektör normalizasyonu ile normalize bulanık karar matrisi $r_{ij} = (r_{ij}^a, r_{ij}^b, r_{ij}^c)$ oluşturulur.

$$r_{ij}^a = \frac{x_{ij}^a}{\sqrt{\sum_{i=1}^m [(x_{ij}^a)^2 + (x_{ij}^b)^2 + (x_{ij}^c)^2]}} \quad (3.66)$$

$$r_{ij}^b = \frac{x_{ij}^b}{\sqrt{\sum_{i=1}^m [(x_{ij}^a)^2 + (x_{ij}^b)^2 + (x_{ij}^c)^2]}} \quad (3.67)$$

$$r_{ij}^c = \frac{x_{ij}^c}{\sqrt{\sum_{i=1}^m [(x_{ij}^a)^2 + (x_{ij}^b)^2 + (x_{ij}^c)^2]}} \quad (3.68)$$

Adım 2: Ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi oluşturulur.

$$v_{ij}^a = w_j \cdot r_{ij}^a \quad (3.69)$$

$$v_{ij}^b = w_j \cdot r_{ij}^b \quad (3.70)$$

$$v_{ij}^c = w_j \cdot r_{ij}^c \quad (3.71)$$

Adım 3: Oran yöntemine göre fayda ve maliyet kriterleri açısından her bir alternatifin sıralamaları Eşitlik 3.72'ye göre hesaplanır.

$$\tilde{y}_i = \sum_{j=1}^g \tilde{v}_{ij} - \sum_{j=g+1}^n \tilde{v}_{ij} \quad (3.72)$$

Burada $\sum_{j=1}^g \tilde{v}_{ij}$, 1, ..., g için fayda ve $\sum_{j=g+1}^n \tilde{v}_{ij}$, g + 1, ..., n için maliyet kriteridir.

Diğer bir ifadeyle fayda kriteri için:

$$y_i^{+a} = \sum_{j=1}^n v_{ij}^a, \quad j \in J^{max} \quad (3.73)$$

$$y_i^{+b} = \sum_{j=1}^n v_{ij}^b, \quad j \in J^{max} \quad (3.74)$$

$$y_i^{+c} = \sum_{j=1}^n v_{ij}^c, \quad j \in J^{max} \quad (3.75)$$

Burada \tilde{y}_i^+ i . alternatifin ağırlıklı normalize karar matrisindeki tüm fayda kriterleri için aldığı değerler toplamını ifade eder.

Maliyet kriteri için:

$$y_i^{-a} = \sum_{j=1}^n v_{ij}^a, \quad j \in J^{min} \quad (3.76)$$

$$y_i^{-b} = \sum_{j=1}^n v_{ij}^b, \quad j \in J^{min} \quad (3.77)$$

$$y_i^{-c} = \sum_{j=1}^n v_{ij}^c, \quad j \in J^{min} \quad (3.78)$$

Burada \tilde{y}_i^- i . alternatifin ağırlıklı normalize karar matrisindeki tüm maliyet kriterleri için aldığı değerler toplamını ifade eder.

Adım 4: Her bir alternatifin fayda ve maliyet kriteri açısından performans değerleri elde edildikten sonra bu değerler durulaştırılır. $\tilde{y}_i(y_i^a, y_i^b, y_i^c)$ üçgen bulanık sayı olmak üzere durulaştırma Eşitlik 3.79'a göre yapılır.

$$BNP_i = \frac{(y_i^c - y_i^a) + (y_i^b - y_i^a)}{3} + y_i^a, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (3.79)$$

Burada BNP_i (best non-fuzzy performance) i . alternatifin bulanık olmayan değerini ifade eder. Sonuç olarak sıralama yapıldığında BNP değeri yüksek olan alternatif karar problemi için üst sırada yer alır.

Referans Noktası Yaklaşımı

Adım 1: Referans Noktası Yöntemi yaklaşımı oran yöntemine dayanır. Oran yöntemine ek olarak, maksimizasyon amaçlı kriterler var ise maksimum noktalar, aksi durumda minimizasyon amaçlı kriterler var ise, minimum noktalar olan referans noktaları (r_j)'ler belirlenir. Burada j . kriter \tilde{v}_j için eğer kriter fayda kriteri ise:

$$\tilde{r}_j^* = (\max_i v_{ij}^a, \max_i v_{ij}^b, \max_i v_{ij}^c) \quad (3.80)$$

Eğer kriter maliyet kriteri ise:

$$\tilde{r}_j^- = (\min_i v_{ij}^l, \min_i v_{ij}^m, \min_i v_{ij}^n) \quad (3.81)$$

eşitliği kullanılır.

Adım 2: Fayda ve maliyet kriterleri için maksimum ve minimum noktalar belirlendikten sonra bu değerlere Eşitlik 3.82'ye göre Tchebycheff Min-Max işlemi uygulanır.

$$\min_i \left(\max_j d(\tilde{r}_j, \tilde{v}_{ij}) \right) \quad (3.82)$$

Burada \tilde{v}_{ij} ağırlıklı normalize matristeki i . alternatifin j . kriter değerini ve $d(\tilde{r}_j, \tilde{v}_{ij})$ maksimum veya minimum noktalar ile ağırlıklandırılmış normalize matris değerlerinin uzaklığının değerini ifade eder. Son olarak sıralama işlemi yapılır.

Tam Çarpım Formu

i . alternatifin genel faydası \tilde{U}'_i Eşitlik 3.83 ile ifade edilebilir. Bu yöntemde, her bir alternatifin maksimizasyon amaçlı değerleri çarpılarak minimizasyon amaçlı değerlerin çarpımına bölünür.

$$\tilde{U}'_i = \frac{\tilde{A}_i}{\tilde{B}_i} \quad (3.83)$$

Burada $\tilde{A}_i = (A_i^a, A_i^b, A_i^c) = \prod_{j=1}^g \tilde{x}_{ij}$, $i = 1, 2, \dots, m$ olmak üzere i . alternatifin maksimizasyon amaçlı kriterlerinin çarpımıdır ve $\tilde{B}_i = (B_i^a, B_i^b, B_i^c) = \prod_{j=g+1}^n \tilde{x}_{ij}$, $i = 1, 2, \dots, m$ olmak üzere i . alternatifin minimizasyon amaçlı kriterlerinin çarpımıdır.

Elde edilen \tilde{U}'_i sonuçları bulanık sayılar olup sıralama işlemi için Eşitlik 3.79'dan yararlanılarak durulaştırma işlemi yapılır.

3.6.4. Bulanık WASPAS

Aşağıda Bulanık WASPAS yönteminin adımları verilmiştir (Zavadskas, vd., 2014; Mathew, vd, 2017; Ghorabae, vd., 2016).

Adım 1: Her bir alternatif için değerlendirme kriterleri ve uygun dilsel değişkenler tanımlanır. Kriter ağırlıkları ve alternatifler adına verilen değerler Eşitlik 3.35'e ve Eşitlik 3.36'ya göre tek bir değere indirgenir ve karar matrisi oluşturulur.

Adım 2: Bulanık karar matrisi oluşturulduktan sonra normalize edilir. Normalize işlemi için fayda ve maliyet kriteri göz önünde bulundurulur.

Fayda kriteri için:

$$\tilde{r}_{ij} = \frac{\tilde{x}_{ij}}{\max_j \tilde{x}_{ij}}, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3.84)$$

Maliyet kriteri için:

$$\tilde{r}_{ij} = \frac{\min_j \tilde{x}_{ij}}{\tilde{x}_{ij}}, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (3.85)$$

Adım 3: Her bir alternatif için kriterlerin göreceli ağırlıklandırma işlemi Ağırlıklı Toplam Modeli'ne göre hesaplanır. Optimal değeri hesaplamak adına ağırlıklandırılmış matrisler alternatif bazında toplanır.

$$\tilde{Q}_i = \sum_{j=1}^n \tilde{w}_j \tilde{r}_{ij}, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3.86)$$

Adım 4: Ardından her bir alternatif için kriterlerin göreceli ağırlıklandırma işlemi Ağırlıklı Çarpım Modeli'ne göre hesaplanır. Optimal değeri hesaplamak adına ağırlıklandırılmış matrisler alternatif bazında çarpılır.

$$\tilde{P}_i = \prod_{j=1}^n (\tilde{r}_{ij})^{\tilde{w}_j}, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (3.87)$$

Adım 5: Her bir alternatif için elde edilen \tilde{Q}_i ve \tilde{P}_i değerleri birer bulanık sayıdır. \tilde{Q}_i ve \tilde{P}_i 'leri durulaştırmak adına Eşitlik 3.88'e ve Eşitlik 3.89'a göre merkez bölge hesaplama yöntemi kullanılır.

$$Q_i = \frac{1}{3}(Q_i^a + Q_i^b + Q_i^c) \quad (3.88)$$

$$P_i = \frac{1}{3}(P_i^a + P_i^b + P_i^c) \quad (3.89)$$

Adım 6: Her bir alternatifin birleşik optimal değeri (K_i), Eşitlik 3.90'a göre hesaplanır.

$$K_i = \lambda \sum_{i=1}^m Q_i + (1 - \lambda) \sum_{i=1}^m P_i, \quad \lambda = 0, \dots, 1, \quad 0 \leq K_i \leq 1 \quad (3.90)$$

Burada λ birleşik optimallik katsayısıdır ve $\lambda \in [0,1]$ 'dir.

Adım 7: Son olarak sıralama yapılır. K_i değerlerine göre sıralamada en yüksek skor değerinin alan alternatif en iyi alternatif olarak belirlenir



4. BÖLÜM: LİTERATÜR TARAMASI

Gelişen teknolojiyle beraber internete erişim olanakları oldukça kolaylaşmıştır. Bununla beraber internetten yapılan alışveriş oranı oldukça artmıştır. İnternet üzerinden yapılan alışveriş modern bir ticari uygulama tarzı olup, maliyetleri azaltarak sunulan mal ve hizmetlerin kalitesini artırmış ve teslimat sürecini hızlandırmıştır. Ayrıca çevrimiçi alışveriş işletmelerin hızlı bir şekilde işlem yapmasını sağlayarak gelişen dünyada rekabet halinde kalmalarına yardımcı olmaktadır (Rouyendegh vd., 2018). Tüketicilerin internet üzerinden alışveriş yapma oranının artmasıyla birlikte internet alışveriş merkezlerinin günümüz ekonomisindeki piyasa değeri de oldukça artmıştır (Kumar vd., 2017:488).

İnternet üzerinden alışveriş tüketicilerin alışveriş alışkanlıklarını değiştiren bir durum oluşturmuştur. Tüketicilerin iyi hizmet beklentisi, kaliteli ürün talebi, tüketici beklentilerine cevap verebilme yetisi gibi durumlar yoğun bir rekabet alanı oluşturmuştur. Bu anlamda müşterilerin beklentilerine cevap vermek ve müşteri odaklı, iyi tasarlanmış bir çevrimiçi alışveriş sitesine sahip olmak işletmeler için oldukça önemlidir (Çakır vd., 2018:600).

Bu çalışmanın konusu çevrimiçi alışveriş sitelerinin performanslarının çok kriterli karar verme yöntemleri ile analiz edilmesidir. Bu bağlamda bu bölümde çalışma konusu ile doğrudan ilgili olan ÇKKV yöntemleri kullanılarak çevrimiçi alışveriş sitelerini konu almış çalışmalara yer verilmiştir. Literatürdeki çalışmaların hangi yöntemleri, kriterleri ve alternatifleri kullandıkları araştırılmış ve değerlendirici uzman grup profillerinin neler olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmaların referans oluşturmasıyla beraber literatürdeki eksiklikler tespit edilmeye çalışılmış ve çevrimiçi alışveriş sitelerinin performanslarını ölçmek adına geniş kapsamlı bir değerlendirme amaçlanmıştır.

Literatürde tüketicilerin internet üzerinden alışveriş yapmalarını sağlayan sistemlerin değerlendirilmesi adına; çevrimiçi alışveriş, e-ticaret, e-perakendecilik, e-hizmet kalitesi, internet tüketicisi satın alma davranışları, algılanan hizmet kalitesi vb. başlıklarını konu alan ulusal ve uluslararası çalışmalar mevcuttur. Literatürde genel olarak çevrimiçi alışveriş sitelerinin değerlendirilmesinde; ürün dağıtımı, kampanya, ödeme kolaylığı, ürün durumu (stok ve tedarik durumu), tasarım, teknik kapasite, bilgi kalitesi, bilgi güvenliği, ürün güvenilirliği, etkinlik, tatmin, müşteri hizmetleri kalitesi,

iade olanakları kriterleri kullanılmıştır. Bu kriterler belirlenirken çeşitli kanallardan yararlanılmıştır. Değerlendirme kriterleri; uzman gruplar, müşteri şikâyetleri ve hazır istatistiki veri kanallarından yararlanılarak oluşturulmuştur. Tablo 4.1.'de çalışma yılı sırasına göre verilen çalışmalar içerik, kullanılan yöntem, kullanılan ana ve alt kriterler, kullanılan alternatifler bakımlarından ayrıntılı incelenmiş ve çalışmaların sonuçlarında hangi kriterlerin kullanıcılar için önemli olduğu belirtilmiştir.

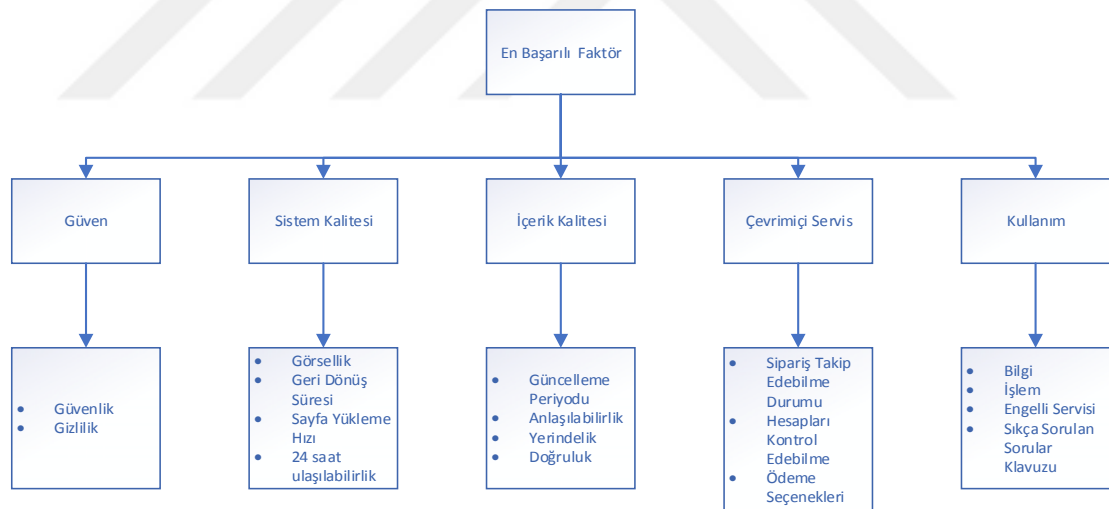
Tablo 4.1. Çevrimiçi Alışverişi ÇKKV Yöntemleri ile Değerlendiren Çalışmalar

Yazar	Çalışma Yılı	İçerik	Kullanılan Yöntemler
Kong ve Liu	2005	Elektronik ticaret başarı faktörlerinin incelenmesi	Bulanık AHP
Dündar vd.	2007	Sanal mağazaların web sitelerinin müşterilerin beğenileri açısından değerlendirilmesi	Bulanık TOPSIS
Sun ve Lin	2009	Alışveriş web sitelerinin rekabet avantajlarının değerlendirilmesi	Bulanık TOPSIS
Yu vd.	2011	Elektronik ticaret birliği yapılanmalarının değerlendirilmesi	AHP-TOPSIS
Liu ve Fong	2011	İnternet alışveriş sitelerinin performans değerlendirilmesi	AHP
Çabuk vd.	2012	Kapalı devre özel alışveriş sitelerinin değerlendirilmesi	Bulanık TOPSIS
Özgüven	2012	Özel üyelik ile alışveriş yapılan internet sitelerinin değerlendirilmesi	Promethee-GAIA
Cavlak	2012	Çevrimiçi alışveriş sitelerinin tercih kriterleri üzerine bir modelleme çalışması	ANP-AHP
Aydın ve Kahraman	2012	Çevrimiçi alışveriş sitelerinin kalitesinin değerlendirilmesi	Bulanık AHP-Bulanık VIKOR
Chiu vd.	2013	İnternette çevrimiçi alışverişte müşteri memnuniyetinin değerlendirilmesi	ANP-DEMATEL-VIKOR
Gök ve Perçin	2013	Elektronik alışveriş sağlayan internet sitelerinin e-hizmet kalitesinin değerlendirilmesi	ANP-DEMATEL-VIKOR
Cebi	2013	İnternet alışveriş web sitelerinin tasarım açısından değerlendirilmesi	Bulanık DEMATEL-Genelleştirilmiş Choquet İntegral
Ömürbek ve Şimşek	2014	Çevrimiçi alışveriş sitelerinin değerlendirilmesi	ANP-AHP
Chen vd.	2016	Çevrimiçi alışverişte etkili olan faktörlerin incelenmesi	ANP-DEMATEL
Alharbi ve Naderpour	2016	Elektronik ticaret gelişiminde risk faktörlerinin incelenmesi	AHP-TOPSIS
Kumar vd.	2017	Çevrimiçi alışveriş sitelerinin tercih edilebilirlik durumlarına göre değerlendirilmesi	Entropi-ANP-TOPSIS
Kumar ve Dash	2017	Web ve işlem esneklik boyutlarının değerlendirilmesi	Delphi-Bulanık TOPSIS
Liu	2017	Çevrimiçi alışveriş sitelerinin kalitesinin değerlendirilmesi	Bulanık Delphi-DEMATEL-ANP-Bulanık VIKOR

Tablo 4.1.'in devamı Çevrimiçi Alışverişi ÇKKV Yöntemleri ile Değerlendiren Çalışmalar

Yazar	Çalışma Yılı	İçerik	Kullanılan Yöntemler
Çakır vd.	2018	Çevrimiçi özel alışveriş sitelerini değerlendirme	SWARA- WASPAS
Rouyendegh vd.	2018	Elektronik alışveriş hizmeti sağlayan web sitelerinin değerlendirilmesi	AHP-IFT

Kong ve Liu (2005) e-ticaret başarı faktörlerini incelemek ve geliştirmek adına yaptıkları çalışmada 5 ana kriter altında 17 alt kriter için değerlendirme yapmışlardır. İnternet üzerinden ticaret için başarı faktörlerini sıralamada bulanık AHP yöntemini kullanmışlardır. Bu aşamada karşılaştırma matrisleri için Saaty tarafından geliştirilen 1-9 ölçek kullanılmıştır (Kong ve Liu, 2005:407). Çalışma sonunda 5 ana kriter olan güven, sistem kalitesi, içerik kalitesi, çevrimiçi servis ve kullanım ana kriterleri için yapılan sıralamada en önemli kriter güven ve çevrimiçi servis olarak ortaya çıkmıştır. Bununla beraber güven faktörü altında güvenlik alt kriteri, çevrimiçi faktörü altında ise siparişi takip edebilme durumu alt kriteri en etkili alt kriter olarak ortaya çıkmıştır. Hiyerarşik yapı Şekil 4.1.'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Kong ve Liu'nun Hiyerarşik Yapısı

Kaynak: Kong ve Liu, 2005:407.

İnternet üzerinden alışveriş sistemleri; tüketicilerin mal ve hizmetleri fiziki yere bağlı olmaksızın onları satın alabilmesi, satın alma sırasında onları görebilmesi, alternatif seçimler yapabilmesi, diğer mallar ile kıyaslama yapabilmesi olanaklarını sağlayan web tabanlı sistematik yazılıma ve donanıma sahip bir sanal mağazalar bütünüdür (Dündar vd, 2007:290). Bu bağlamda Dündar vd. (2007) çevrimiçi alışveriş

sitelerini müşterilerin beğenileri açısından değerlendirme çalışmasını yapmışlardır. Daha önce internet ortamında alışveriş yapmış 4 tane uzman karar verici tarafından değerlendirilen sanal mağazalar, üçgen bulanık sayılar kullanılarak bulanık TOPSIS yöntemi ile analiz edilmiştir. Çevrimiçi alışveriş sitelerini değerlendirme adına bu çalışmada, 4 alternatif site olan İdeefixe, Weblebi, Bidolu, Hepsiburada sanal mağazaları dizayn, ürün çeşitliliği, müşteri hizmetleri, bilgi zenginliği olmak üzere 4 kriter altında değerlendirilmiştir. Kriterler literatürde daha önce kullanılan kriterler ve müşteriler için önemli olduğu düşünülen kriterler temel alınarak oluşturulmuştur. Çalışmada beğeni sıralaması Hepsiburada, Bidolu, Weblebi, İdeefixe şeklinde oluşmuştur.

Sun ve Lin (2009) çevrimiçi alışveriş sitelerinin rekabet avantajlarını değerlendirmişlerdir. Çalışma Tayvan'daki siteler üzerine yapılmıştır. Literatürdeki çalışmalar incelenmiş ve 3 ana kriter için 12 alt kriter ile değerlendirme yapılmıştır. Özel bekletme maliyeti için; Chiu (2006), Coase (1988), (Williamson, Wachter, Harris, 1975) çalışmaları, web sitesi hizmeti kalitesi için Parasuraman, Zeithaml, ve Berry (1985, 1988a), Parasuraman (1988a, 1988b), Wu, ve Wang (2009), Keeney (1999), Devaraj (2002), Lai Chen, ve Lin, (2007), Oliveira (2007) çalışmaları ve son olarak teknoloji kabul faktörü için Chiu (2006), Coase (1988), (Williamson, Wachter, Harris, 1975) çalışmaları referans alınmıştır. Bu kriterler altında bulanık TOPSIS yöntemini kullanarak 4 alternatif olan Taiwan Yahoo, PCHome, Unimall, eBay için değerlendirme yapılmıştır. Çalışma sonucunda PCHome sanal alışveriş sitesi ilk sırayı almıştır. Kriter önem sıralamasında ise web sitesi hizmeti kalitesi alt kriteri olan güvenlik en önemli kriter olmuştur.

Yu vd. (2011) Çin'de yaptıkları çalışmalarında internet e-ticaret birliği yapılanmalarını değerlendirmişlerdir. Uzman grup görüşleri doğrultusunda oluşturulan kriter listesi ürün (fiyat ve çeşitlilik), tasarım (görünüm ve kolay kullanım), teknoloji (güvenlik ve kavrama), servis kalitesi (güvenilirlik ve güvenlik), dağıtım kanalları (hız) olmak üzere 5 ana kriter ve parantez içinde belirtilen 9 alt kriter olarak tasarlanmıştır. Çalışmada öncelikle üçgen bulanık sayıları kullanarak bulanık AHP temelli bir ağırlıklandırma yapılmış ve daha sonra bulanık TOPSIS yöntemi ile ürün, tasarım, teknoloji, servis kalitesi, dağıtım kanalları kriterlerini incelemişlerdir. Çalışmada bulanık AHP ağırlıklandırma yöntemine göre güvenlik en önemli kriter olarak ortaya çıkmıştır.

Liu ve Fong (2011) Çin'deki en çok bilinen 5 çevrimiçi alışveriş sitesinin performanslarını değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Çalışmada Taobao, Jjoyo Amazon, DangDang, PaiPai, Tom eBay 5 alternatif olmak üzere ve bunları değerlendirmek adına teslim hızı, ürün bulunabilirliği, ödeme güvenliği, bilgi güvenilirliği, ürün çeşitliliği olmak üzere de 5 kriter vardır. Değerlendirme kriterleri daha önce Çin'de yapılan bir çalışmadan elde edilen müşteri anketi sonuçları kullanılarak oluşturulmuştur. Analitik ağ süreci yöntemi ile çevrimiçi alışveriş sitelerinin performansı ölçülmüş ve çıkan sonuçta Tom eBay internet üzerinden alışverişte en iyi performansa sahip site olmuştur.

İnternet ortamından alışveriş Türkiye'de oldukça yaygınlaşmıştır. Bunun nedeni indirim fırsatları, iade seçenekleri, kolayca evden veya herhangi bir yerden alışveriş imkânı sunması, anında kampanyalara ve ürünlere ulaşım kolaylığı olarak gösterilebilir (Çabuk vd., 2012:37). Çabuk ve vd. (2012) Türkiye'de bulunan yalnızca üyelerin uygun kampanyalardan yararlanabildiği kapalı devre alışveriş sistemi olarak tanımlanan özel alışveriş sitelerini değerlendirmişlerdir. Çalışmada 4 alternatif olan Daybuyday, Limango, Markafoni, Trendyol alışveriş siteleri, 4 kriter olan etkileşim imkânı, sanal işlem kalitesi, bilgi içeriği ve dizayn kriterleri altında bulanık TOPSIS yöntemi ile değerlendirilmiştir. 5 kişilik uzman grup görüşleri altında alınan dilsel değişken skor değerlerinin sıralaması bulanık TOPSIS yöntemiyle belirlenmiştir. Sonuç olarak bilgi içeriği en önemli kriter olurken Markafoni en beğenilen site olmuştur.

Özel alışveriş sitelerinin oluşumu çevrimiçi alışveriş kavramına farklı bir boyut kazandırmıştır. Bu siteler bazı tüketicilerin vazgeçilmez bir parçası olmuştur. Bu nedenle tüketiciler bu sitelerden alışveriş yapmak için yoğun çaba sarf etmektedir. Bu durum en iyiyi seçme isteğinden dolayı önemli bir karar alma problemi olarak ortaya çıkar (Özgüven, 2012:196). Bu bağlamda Özgüven (2012) özel üyelik ile alışveriş yapılan A, B ve C kodlu 3 çevrimiçi alışveriş sitesini Promethee sıralama yöntemi ve GAIA görsel yöntemini kullanarak değerlendirmiştir. Çalışmada güncel kampanya sayısı, indirim çekleri, taksit imkânı, kampanyalı kredi kartı sayısı, kampanya geçerlilik süresi ve teslimat süresi olmak üzere 6 kriter ele alınmıştır. Çalışma sonucunda kriterler açısından en yüksek öneme sahip kriter teslimat süresi, en düşük öneme sahip kriter kampanya olarak çıkmıştır.

Cavlak (2012) çevrimiçi alışveriş sitelerinin tercih kriterleri üzerine bir modelleme oluşturmayı amaçlamıştır. Çevrimiçi alışveriş sitelerini oldukça geniş bir yelpazede değerlendiren çalışmada 8 ana kriter ve ana kriterler altında toplam 22 alt kriter belirlemiştir. Çalışmada değerlendirilen kriterler Tablo 4.2.'de verilmiştir.

Tablo 4.2. Cavlak'ın Çalışmasında Değerlendirilen Kriterler

Ana Kriterler	Alt Kriterler
Müşteri hizmetleri performansı	Çalışma saatleri, İrtibat kanalları, Personel tavır ve yetkinliği, Cevap verme süresi, Servis şartları
Web sitesi performansı	Web sitesi tasarımı (görsel açıdan), Web sitesi kullanım kolaylığı (kategorizasyon ve filtreleme)
Ürün ile ilgili kriterler	Sunulan bilgi kalitesi, Ürün çeşitliliği, Ürün fiyatı
Ödeme kolaylığı	Kapıda ödeme imkânı, Taksitli alışveriş imkânı, Peşin ödeme indirimi
Güvenirlilik/Gizlilik	Site alışveriş güvenliği, Firma güvenilirliği, Kişisel bilgi gizliliği
İade kolaylığı	İade şartları, Koşulsuz iade süresi, İade şekli, İade edilen ürünün değiştirilme süresi, İade kanalları
Dağıtım hizmet performansı	Nakliye şartları, Sipariş takip sistemi performansı
Sipariş karşılama performansı	Stok bulunurluğu, Zamanında teslimat, Sipariş Durumu

Çalışmada kullanılan kriterler PublicEye, BizRate, Epinions internet firmalarının müşteri memnuniyetini ölçmek üzere hazırladıkları anketlerden ve şikayetvar internet sitesinden derlenen müşteri şikâyetlerinden elde edilmiştir. Çalışmada Analitik Ağ Süreci ve Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemleri ile sıralama yapılmak üzere anket formu hazırlanmış ve ikili karşılaştırma skorları elde edilmiştir. Analizler Super Decisions adlı program yardımıyla yapılmıştır. 31 kişinin katıldığı anket sonucu elde edilen veriler ışığında yapılan değerlendirmede güvenilirlik/gizlilik en önemli faktör olarak çıkmıştır.

Aydın ve Kahraman (2012) çalışmalarında Türkiye'de faaliyet gösteren çevrimiçi alışveriş sitelerinin kalitesini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. En bilinen 3 alışveriş sitesi için yapılan değerlendirme kapsamında literatüre dayalı olarak 5 ana kriter altında 20 alt kriter belirlenmiştir. Kriterlerin değerlendirmesi 3 uzman karar

verici tarafından yapılmıştır. Yöntem olarak bulanık üçgen sayılar kullanılarak Bulanık AHP yöntemi ile hiyerarşi oluşturulmuş daha sonra bulanık VIKOR yöntemi ile alışveriş sitelerinin değerlendirilmesi yapılmıştır. 3 alternatif için 4 seviyeden oluşan bir hiyerarşi kurulmuştur (Aydın ve Kahraman, 2012). Sonuçlara bakıldığında kolay kullanım, ürün, güvenlik, müşteri ilişkisi, hizmeti yerine getirme kriterleri arasından müşteri ilişkisi alt kriteri olan müşteri taleplerine hızlı cevap verme alt kriteri en önemli kriter olarak ortaya çıkmıştır.

Cebi (2013) çevrimiçi alışveriş sitelerini tasarım açısından değerlendirmiştir. Müşteri memnuniyeti açısından tasarımın hangi etkeninin önemli olduğunun araştırıldığı çalışmada 3 alternatif için 6 ana kriter altında 19 alt kriter ile değerlendirme yapılmıştır. Kullanılan kriterler 2006-2011 yılları arasında yapılan çalışmalarda kullanılan kriterler referans alınarak oluşturulmuştur. Web sitelerini değerlendirmek üzere internet alışveriş deneyimi olan lisans mezunu kişiler seçilmiştir. İlk olarak kullanılabilirlik, görünüm, teknik yeterlilik, güvenlik, iletişim, prestij ana kriterleri arasındaki ilişkiyi ölçmek ve önem değerlerini belirlemek için bulanık DEMATEL metodu kullanılmıştır. DEMATEL, bir sistemin tasarım özelliklerini kararlarla ilgili sebep sonuç grupları olarak tanımlar (Cebi, 2013:125). Ardından genelleştirilmiş Choquet integral ile modelin kalite seviyesini belirlemiştir. Sonuçlara bakıldığında kriterler açısından en önemli kriter güvenlik olarak çıkmıştır.

Chiu vd. (2013) çalışmalarında çevrimiçi alışverişte müşteri memnuniyetindeki eksiklikleri gidermek ve internet alışverişini geliştirmek adına yeni stratejiler geliştirmek amacını hedeflemişlerdir. Tayvan'da faaliyet gösteren Yahoo, PChome ve Books adlı 3 alternatif çevrimiçi site için belirlenen kriterler altında performans sıralaması yapmayı amaçlamışlardır. Çalışmalarında, Engel vd. (1990), Gauri vd. (2008), Robert ve McEachern (1998)'in yaptıkları çalışmalardan referans alarak ürün uygunluğu, anlaşılır ve doğru bilgi, alternatif seçeneklerin olması, ürün ve kargo seçenekleri, satın alma sonrası hizmetin gerçekleşmesi olmak üzere 5 ana kriter ve toplam 14 alt kriter altında değerlendirme yapmışlardır. Analiz yöntemi olarak öncelikle Analitik Ağ Süreci (ANP) ile birleşik DEMATEL yöntemi kullanarak kriter ağırlıkları belirlenmiştir. Daha sonra alternatifler adına VIKOR yöntemi kullanılarak performans ölçümü yapılmıştır. Kriterler açısından ağırlık sonuçlarına bakıldığında en etkili kriterin anlaşılır ve doğru bilgi ana kriteri altında olan açıklık alt kriteri olduğu

ortaya çıkarken alternatifler arasındaki sıralama ise sırasıyla Books, Yahoo, PChome şeklinde oluşmuştur.

Bilgi teknolojilerinin gelişimi doğrultusunda internet üzerinden alışveriş çeşitliliği oldukça artmıştır. Bu durum internet üzerinden alışveriş yapan kişi sayısını artırmış ve tüketicilerin hizmet kalitesi beklentisini yükselmiştir (Gök ve Perçin, 2013:132). Müşterilerin hizmet kalitesi beklentisinin artmasıyla beraber bu alanda bir tespit ihtiyacı doğmuştur. Bu nedenle Gök ve Perçin (2013) çevrimiçi alışveriş sitelerinin e-hizmet kalitesini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Çalışmada Parasuraman vd. (2005) tarafından geliştirilen E-S-QUAL ölçme tekniğinden yararlanılarak e-hizmet kalite boyutları ele alınmıştır. Bu ölçek etkinlik, sistem uygunluğu, işlemi gerçekleştirme, gizlilik olmak üzere 4 adet e-hizmet kalitesi boyutu altında 22 maddelik değerlendirme faktöründen oluşmaktadır. Değerlendirmede hibrit model kullanılarak öncelikle DEMATEL yöntemiyle uzman grup tarafından kriterlerin karşılaştırılması yapılmış ardından kriter ağırlıkları Analitik Ağ Süreci'ne (AAS) aktarılmıştır. Son aşamada Limango, Morhipo, Markafoni, Trendyol adlı çevrimiçi 4 adet alışveriş sitesi VIKOR yönetimiyle değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda ana kriterler açısından tüketicilerin güvenlik boyutuna önem verdikleri ortaya çıkmış olup bunu sistem uygunluğu boyutunun izlediği görülmüştür. Alt kriterler açısından en fazla önem teşkil eden alt boyut ise gizlilik boyutu altındaki kredi kartı bilgilerinin korunması olmuştur. Kriterler açısından değerlendirilen alışveriş siteleri için ise önem sırası Markafoni, Morhipo, Trendyol, Limango şeklinde oluşmuştur.

Ömürbek ve Şimşek (2014) çevrimiçi alışveriş siteleri arasında Avrupa'da hizmet gösteren en büyük 15 Türk çevrimiçi alışveriş sitesini değerlendirmeye almış ve bu siteleri anket yoluyla Süleyman Demirel Üniversitesi öğretim elemanlarının tercihine sunmuşlardır. Anket sonucunda öğretim elemanlarının tercihleri doğrultusunda ilk sırada yer alan 6 siteyi 4 ana kriter altında hiyerarşik yapıda değerlendirmişlerdir. Çalışmada, ilgili literatürde çevrimiçi alışveriş siteleri üzerine yapılmış çalışmalar temel alınarak ve bunlara ek olarak çevrimiçi alışveriş sitelerinin web siteleri incelenerek çevrimiçi alışveriş site tercihinde etkili olan kriterler oluşturulmuştur. Kriterler ürün yelpazesi, negatif özellikler, pozitif özellikler ve ödeme seçenekleri şeklinde oluşturulduktan sonra ilk yöntem olan AHP yöntemi adına ikili karşılaştırmalar yapılmış ardından ikinci yöntem için Super Decision paket

programı kullanılarak ANP ile ağ şeması oluşturulmuştur. Çok kriterli karar verme yöntemleri olan AHP ve ANP yöntemleri aynı anda birden fazla alternatifi değerlendirme olanağı sunar (Ömürbek ve Şimşek, 2014:306). Çalışma sonucunda iki yöntem içinde alt kriter değerleri ve sıralamaları aynı çıkmıştır. Fakat çevrimiçi alışveriş sitesi seçiminde iki yöntem arasındaki ana kriter sıralamalarında fark oluşmuştur. Tablo 4.3.'de iki yöntemin kriter sıralama sonuçları verilmiştir.

Tablo 4.3. Ömürbek ve Şimşek'in Çalışmasında Yöntemlere Göre Alternatiflerin Sıralanması

	Sıralama	ANP	AHP
Alternatifler	1	A1	A1
	2	A2	A2
	3	A6	A3
	4	A3	A6
	5	A4	A5
	6	A5	A4
Kriterler	1	ürün yelpazesi	pozitif özellikler
	2	pozitif özellikler	ödeme seçenekleri
	3	ödeme seçenekleri	ürün yelpazesi
	4	negatif özellikler	negatif özellikler

Chen vd. (2016) çalışmalarında çevrimiçi alışverişte etkili olan faktörleri incelemiştir. Literatürde yapılan çalışmalar referans alınarak belirlenen 4 boyut altında 12 alt kriter için değerlendirme yapılmıştır. Boyutların değerlendirilmesi uzman görüşleri çerçevesinde belirlenmiştir. Çevrimiçi servis, kullanım kolaylığı, güven ve risk, hizmet belirsizliği boyutları için Analitik Ağ Süreci (ANP) ve DEMATEL metodunu kullanarak bütünlük bir modelleme oluşturulmuştur. Çalışma sonucunda güven ve risk ana kriteri altında olan işlem güvenliği en önemli etken olarak ortaya çıkmıştır.

İnternet üzerinden alışverişin gelişimi çeşitli riskler taşımaktadır ve oluşan problemleri önlemek için bu riskleri tespit etmek oldukça önemlidir. Bu risklerin değerlendirilmesi yeni oluşacak sanal alışveriş projelerini yönetmek için uygun ortam sağlar (Alharbi ve Naderpour, 2016). Bu yaklaşım doğrultusunda Alharbi ve Naderpour (2016) e-ticaret gelişiminde risk faktörlerinin önemini değerlendirmişlerdir. Birden fazla çeşit ürün satan çevrimiçi alışveriş mağazası, çevrimiçi kitap mağazası ve çevrimiçi açık artırma satışı yapan mağaza olmak üzere 3

tane çevrimiçi satın alma ile ilgili proje değerlendirilmiş ve Tablo 4.4.'de verilen 3 kriter altında risk faktörleri ölçülmüştür. Çalışmada, literatürde 50'den fazla risk faktörü tanımlaması arasından bu alanda mesleki uzmanlığa sahip kişiler tarafından bu risk faktörleri sadeleştirilmiştir.

Tablo 4.4. Alharbi ve Naderpour'ın Çalışmasında Kriterler ve Alt Kriterler

Kriterler	Alt Kriterler
Teknik Risk	Karmaşıklık
	Teknik arıza
	Kötü tasarım
	Yanlış özellik geliştirme
	Sürekli sistem değişikliği
Örgütsel Risk	Planlama eksikliği
	Bütçe aşımı
	Uzman kişilerin olmaması
Çevresel Risk	Uluslararası yasal standartların eksikliği
	Tedarikçi değişimi zorluğu
	Veri kontrolü kaybı
	Farklı kültürlere sahip farklı kullanıcılar

Kaynak: Alharbi ve Naderpour, 2016.

Çalışmada öncelikle AHP yöntemiyle ikili karşılaştırmalar yapılmış, teknik, örgütsel ve çevresel risk faktörleri ağırlıklandırılmış daha sonra risk faktörlerini içeren ilgili 3 adet proje TOPSIS yöntemiyle sıralanmıştır. Değerlendirme sonucunda risk faktörlerini en az taşıyan proje kabul edilmiştir. Sonuç olarak teknik durum en az risk taşıırken çevresel faktörler en fazla risk taşımaktadır. Risk azlığı açısından birden fazla çeşit ürün satan çevrimiçi alışveriş mağazası alternatifi en ideal proje olarak ilk sırada yer almıştır.

Kumar vd. (2017) çevrimiçi alışveriş sitelerini tercih edilebilirlik durumlarına göre değerlendirmiştir. Tablo 4.5.'de verilen 10 alternatiften oluşan çalışmada 5 kriter altında değerlendirme yapmıştır.

Tablo 4.5. Kumar'ın Çalışmasında Alternatifler ve Kriterler

Alternatifler	Kriterler
Flipkart	
Myntra	Alışveriş sırası (arama motorunda gösterim sırası)
Jabong	Gelen bağlantılar
Snapdeal	Rekabet
Amazon	Hız
Ebay	Anahtar kelime istatistikleri (tıklanma sayısı)
junglee	
HomeShop18	
Shopclues	
Tradus	

Değerlendirme ölçütleri için Wang'ın (2009) yaptığı çalışma referans alınmış ve veriler hazır istatistiksel değerler olarak derlenmiştir. Analiz aşamasında öncelikle birleşik Entropi ve Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemleriyle kriterler ağırlıklandırılmış daha sonra ilgili kriterler altında TOPSIS yöntemi ile performans değerlendirmesi yapılmıştır. Çalışma sonucunda kriterler bazında anahtar kelime istatistikleri (tıklanma sayısı) kriteri en önemli kriter olurken alternatifler arasında ise Amazon en tercih edilebilir site olarak ortaya çıkmıştır.

Kumar ve Dash (2017) Hindistan'daki en bilinen beş çevrimiçi alışveriş sitesinin web ve işlem esneklik boyutlarını bulmayı ve bu merkezleri değerlendirmeyi amaçlamışlardır. 5 alternatif olan Shopclues, Amazon, Flipkart, Myntra, Snapdeal internet alışveriş sitesini Tablo 4.6.'da verilen web esnekliği ve işlem esnekliği olmak üzere 2 ana kriter ve 8 alt kriter altında değerlendirmişlerdir. Esneklik kriterleri literatürdeki çalışmalardan elde edilmiştir.

Tablo 4.6. Kumar ve Dash'in Çalışmasında İnternet Alışveriş Sitelerinin Esneklik Boyutları

Web esnekliği	İşlem esnekliği
Kullanıcı arabirimi tasarımı	Ödeme seçenekleri
Web lokalizasyonu	Ödeme kolaylığı prosedürü
Web kalitesi	Teslimat seçenekleri
Çevrimiçi itibar yönetimi	Satış noktası seçenekleri

Çalışmada kriterler; uzman görüşleri ve müşteri tercihleri tarafından değerlendirilmiştir. Analiz için üçgen bulanık sayılar kullanılarak bulanık Delphi yöntemi kullanılmış ve alternatiflerin değerlendirilmesi için son aşamada bulanık TOPSIS yöntemi uygulanmıştır. Sonuç olarak kriterler açısından en önemli kriter satış noktası seçenekleri olurken esneklik bakımından ise en esnek çevrimiçi alışveriş sitesi Flipkart olmuştur.

Liu (2017) alışveriş siteleri için doğru yönetsel kararlar vermek ve site kalitesini değerlendirmek amacıyla 5 kriter ve 20 alt kriter altında inceleme yapmıştır. Çalışmada Tmall, Taobao, YAHOO! ve PCHOME çevrimiçi alışveriş siteleri için fiyat, karar yönetimi, teknoloji, pazarlama ve güvenlik kriterleri altında değerlendirme yapılmıştır. Analiz aşaması 5 kategoride yapılmıştır. (1) Odak Grup: Bu alanda uzman kişilerin görüşleri doğrultusunda ilk değerlendirme yapılmıştır. (2) Bulanık Delphi Yönteminin Uygulanması: çevrimiçi alışveriş siteleri için bir yapı oluşturulduktan sonra Delphi yöntemiyle kriterleri oluşturmak için karar mekanizması kurulmuştur. İlk aşamada 32 olan kriter sayısı yöntem uygulamasından sonra en önemli 20 tanesi alınarak 12 tanesi elenmiştir. (3) Fiyat, karar yönetimi, teknoloji, pazarlama, güvenlik kriterleri arasındaki ilişkiyi ölçmek için DEMATEL yöntemi uygulanmıştır. (4) DEMATEL yöntemi ile birleşik ANP yöntemi uygulanmış ve kriter ağırlıkları hesaplanmıştır. Burada güvenlik kriteri en önemli kriter olarak ortaya çıkmıştır. (5) Son olarak bulanık VIKOR yöntemiyle alternatifler değerlendirilmiştir. Sonuç olarak kriterler açısından en önemli kriter güvenlik olurken alternatifler arasında YAHOO çevrimiçi alışveriş sitesi en tercih edilir site olmuştur.

Çakır vd. (2018) ise çalışmalarında 4 alternatif çevrimiçi alışveriş sitesini değerlendirmişlerdir. Çalışmada SWARA yöntemi ile kriter ağırlıkları oluşturulmuş ve WASPAS yöntemi ile de alternatifler arasından en iyi olan çevrimiçi alışveriş sitesi belirlenmiştir. Çok kriterli karar verme yöntemleri arasında son zamanlarda sıkça kullanılan SWARA yöntemi bir ağırlıklandırma yöntemidir (Çakır vd., 2018:602). Çalışmada kullanılan kriterler karar vericiler tarafından ve literatür taraması sonucu oluşturulmuştur. Belirlenen 11 kriter (iade kolaylığı, işlem kolaylığı, müşteri hizmetlerinin yeterliliği, müşterilere ait bilgilerin gizliliği, ödeme kolaylığı, teslimat kolaylığı, ürün bilgilerinin yeterliliği, ürün ve tedarikçi firma çeşitliliği, ürünlere ait görsellerin yeterliliği, ürünlerin genel fiyat seviyelerinin düşük olması, web/mobil uygulama kullanım kolaylığı) için 1v1y, Markafoni, Morhipo ve Trendyol çevrimiçi

alışveriş siteleri değerlendirmeye alınmıştır. 6 uzman karar verici tarafından değerlendirilen çalışma sonucunda en önemli kriter ürünlerin genel fiyat seviyelerinin düşük olması beklentisi olurken alternatifler arasında en tercih edilen çevrimiçi alışveriş sitesi Trendyol olmuştur.

Rouyendegh vd. (2018) çalışmalarında çevrimiçi alışveriş sitelerini bütünlük bir modelleme ile değerlendirmişlerdir. Çalışmada Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ve Sezgisel Bulanık Teknik (IFT) bütünlük modeli ile bulanık üçgen sayılar kullanılmıştır. Türkiye'deki en çok bilinen A, B ve C kodlu çevrimiçi alışveriş sitesi için uzman grup görüşleri ve literatür referans alınarak 4 kriter olan sistem kalitesi, bilgi kalitesi, servis kalitesi ve çekicilik kriterleri oluşturulmuş ve bu kriterler referansında web siteleri değerlendirilmiştir. Analiz aşamasında AHP yöntemi ile kriterler için ağırlıklandırma yapıldıktan sonra Sezgisel Bulanık Teknik ile alternatiflerin sıralama işlemi yapılmıştır.

İncelenen literatür sonucunda elde edilen yukarıdaki çalışmalar göz önüne alındığında çevrimiçi alışveriş ile ilgili birçok çalışmanın olduğu görülmektedir. Bu çalışmalara genel anlamda bakıldığında çevrimiçi alışveriş sitelerini değerlendirme kriterleri olarak; tasarım ile ilgili kriterler, güvenlik, kullanım kolaylığı, işlem kolaylığı, ürün ile ilgili kriterler, pazarlama yaklaşımı, esneklik boyutları, teslimat kolaylığı, müşteri hizmetleri gibi birçok kriter işlenmiştir. Alternatifler açısından ise birçok ürünün satışının yapıldığı veya tek tip ürünlerin satışının yapıldığı siteleri inceleyen çalışmalar olup bunun yanı sıra müşteri beklentilerini ve rekabet koşullarını inceleyen çalışmalar da mevcuttur. Yöntem bakımından ise çok kriterli karar verme yöntemlerinden ağırlıklı olarak AHP, ANP, DEMATEL, TOPSIS, VIKOR, SWARA, WASPAS yöntemlerinin bulanık hallerini ve normal hallerini ayrı ayrı kullanan çalışmalar mevcuttur. Bununla birlikte son yıllarda temelleri atılan MOORA ve WASPAS çok kriterli karar verme yöntemlerini kullanan çalışma sayısı oldukça azdır. Tüm bu çalışmalar doğrultusunda değerlendirme yöntemi olarak aynı anda çok sayıda ÇKKV yöntemini kullanan, son yıllarda çalışmalarda yer alan MOORA ve WASPAS yöntemlerini çevrimiçi alışveriş sitelerini değerlendirmede kullanan, yöntemlerin hem bulanık hem de normal hallerini aynı anda değerlendirerek aralarındaki farkı inceleyen, alternatif bazında çok sayıda alternatifini değerlendiren ve uzman karar verici sayısı açısından yüksek sayıda değerlendirici kullanan bir çalışmaya literatürde rastlanmamıştır. Bu bağlamda bu çalışmada çok kriterli karar verme yöntemlerinden

TOPSIS, VIKOR, MOORA, WASPAS yöntemlerinin hem bulanık hem normal halleri için 59 uzman karar verici tarafından performans değerlendirmesi yapılacak olup değerlendirmede 6 alternatif, 7 ana kriter ve 21 alt kriter altında analiz edilecektir. Çalışmanın son kısmında ise tüm değerlendirme sonuçlarının karşılaştırılması yapılacaktır.



5. BÖLÜM: ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİYLE ÇEVİRİMİÇİ ALIŞVERİŞ SİTELERİNİN PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ UYGULAMASI

Bu bölümde çevrimiçi alışveriş sitelerinin performansının çok kriterli karar verme yöntemlerinin bulanık ve normal halleriyle değerlendirilmesi yapılmış olup çalışmanın uygulama kısmına ilişkin hesaplamalardan bahsedilmiştir. Bu bağlamda öncelikle araştırma tanıtılmış, çalışma amaçlarından bahsedilmiş, veri seti, modeli, değerlendirme kriterleri ve performansı ölçülen alternatiflerden bahsedilmiştir.

5.1. ARAŞTIRMANIN TANITILMASI

5.1.1. Araştırmanın Konusu

Ürünlerini Türkiye ticaret piyasasında internet üzerinden satışa sunan çevrimiçi alışveriş sitelerinin TOPSIS, VIKOR, MOORA, WASPAS, Bulanık TOPSIS, Bulanık VIKOR, Bulanık MOORA ve Bulanık WASPAS yöntemleri ile tüketiciler açısından performanslarının değerlendirilmesi araştırmanın konusunu oluşturmaktadır.

5.1.2. Araştırmanın Amacı

2000'li yılların başında hayatımıza giren internet geçen yıllar içinde oldukça hızlı bir gelişim kaydetmiştir. Bu anlamda internetin çevrimiçi alışverişte mal alıp satmanın alternatif bir yolu olması kaçınılmaz bir durum oluşturmuştur. Alışverişte hizmet yelpazesi kavramı o zamandan beri verimlilik, güvenlik ve popülerlik açısından sürekli gelişmektedir. Bundan dolayı tüketicilerin, değişen ve gelişen ihtiyaç ve beklentilerini karşılamak için sanal medya aracılığıyla pazarlamanın sürekli iyileştirilmesi gerekmektedir (Laohapensang, 2009:501-502). İletişim ve bilgi teknolojisindeki gelişimler doğrultusunda çevrimiçi pazarlamacılar, yeni oluşan pazar alanlarında yeni rekabet avantajları elde etmek amacıyla pozisyon almak için yoğun çaba göstermek zorundadırlar (Chen ve Chang, 2003:556).

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından 2018 yılında yayınlanan “Hanehalkı Bilişim Teknolojileri (BT) Kullanım Araştırması” kapsamında Türkiye’de bireysel internet kullanım oranı %72.9’dur. Ayrıca her on haneden sekizinde internet erişimi mevcuttur. Hanelerin evde internete erişim oranı bir önceki yıl %80.7 iken 2018 yılı yayınlanan araştırmaya göre bu oran %83.8’e ulaşmıştır. Aynı araştırmanın

sonuçlarına bakıldığında internet üzerinden mal veya hizmet siparişi veren ya da satın alan bireylerin (16-74 yaş grubu) oranı, 2017-2018 yılları arasındaki bir yıllık dönemde %29.3 olarak saptanmıştır. Alışveriş yapılan ürün çeşitleri ile ilgili olarak ise; %65.2 giyim ve spor malzemesi satın alınmışken bunu sırasıyla %31.9 ile seyahat bileti, araç kiralama vb. %26.8 ile ev eşyası (mobilya, oyuncak, beyaz eşya, vb; tüketici elektroniği hariç), %22.1 ile gıda maddeleri veya günlük gereksinimler ve %20.6 ile kitap, dergi, gazete takip etmiştir (TÜİK, 2018). Bu oranlara göre bir kişi için birden fazla çeşit ürün satın alma oranı oldukça yüksektir. Araştırma sonuçlarına bakıldığında Türkiye’de internet üzerinden alışveriş yapma oranı azımsanmayacak düzeylere ulaşmıştır.

Dördüncü bölümde incelenen literatür taramasına bakıldığında, çevrimiçi alışveriş sitelerinin değerlendirilmesi kapsamındaki çalışmaların tüketicilerin görüş, beklentileri ve memnuniyetleri üzerine yoğunlaştığı görülmektedir. Bu çalışmalarda çeşitli kriterler ve alternatifler kullanılmıştır. Değerlendirme kriteri olarak ürün durumu, fiyatı, güvenlik durumu gibi kriterler ön plana çıkmıştır. Sektör bazında incelendiğinde ise ürün yelpazesinin çok çeşitli (ev aletleri, spor malzemeleri, giyim, gıda, elektronik eşya gibi) olduğu siteler ve belirli ürün sınıfları (sadece giyim, sadece kitap gibi) için hizmet veren siteler olduğu görülmektedir. Her geçen gün internet üzerinden yapılan alışveriş hacminin artması rekabetin de artmasına neden olmuş ve müşteri beklentileri her geçen gün artmıştır.

Bu bilgilere dayanak olarak bu araştırmanın amacı, sektör açısından internet üzerinden ürün satış hizmeti veren çevrimiçi pazarlama sistemlerinin tüketici tarafından beklentilerini ne ölçüde karşılayıp karşılamadıklarını belirlemek, tüketicilerin bu alanda beklentilerinin neler olduğunu tespit etmek ve çevrimiçi alışveriş sitelerinin performanslarını belirlemektir. Literatüre katkı açısından ise daha önce kullanılmayan kriterlere çalışmada yer vermek, çok sayıda alternatif değerlendirmek, çok kriterli karar verme yöntemlerinin hem bulanık hem de normal halleri ile hesaplama yaparak karşılaştırmak ve çok sayıda yöntem kullanarak bu yöntemlerin farklılıklarını incelemek amaçlanmıştır. Ayrıca literatürdeki çalışmalardan farklı olarak, hedef kitle olan çevrimiçi alışveriş deneyimine sahip tüketiciler arasından uzman karar verici örneklem hacminin yüksek sayıda oluşturulmasıyla, araştırma sonuçlarının daha geniş bir fikir alanına sahip olması hedeflenmiştir.

5.1.3. Araştırmanın Yöntemi

Detaylı olarak incelenen literatür sonucunda çevrimiçi alışverişte önem teşkil eden çok sayıda kriter olduğu görülmüştür. Bu çalışmada kriterler oluşturulurken literatürde daha önce kullanılan kriterler referans alınmıştır. Kriterleri belirlemek için, çevrimiçi alışveriş, e-ticaret, e-perakendecilik, internet tüketicisi satın alma davranışları, algılanan hizmet kalitesi, e-hizmet kalitesi başlıkları altında yapılan çalışmalardan elde edilen kriterler listelenmiş ve en çok kullanılan kriterler ile önem ağırlıklıları yüksek çıkan kriterler çalışmaya dâhil edilmiştir.

Alternatifleri belirleme aşamasında ise çevrimiçi alışveriş sitelerini değerlendiren çalışmalar ve e-ticaret, e-alışveriş, tıklanma sayısına göre en çok ziyaret edilen internet siteleri başlıkları altında yapılan araştırmalar referans alınmıştır.

Dördüncü bölümde değerlendirme verilerinin hangi kanallardan elde edildiği ayrıntılı bir şekilde incelenmiştir. Kriterlerin önem dereceleri ve bu kriterler altında değerlendirilen alternatifler için değerlendirme verileri, genel olarak uzman grup görüşleri ve bu alanda daha önce deneyime sahip olanların görüşleri üzerinden yapılan anket çalışmaları ile elde edilmiştir. Çoğunlukla değerlendirme verileri tüketici görüşleri aracılığıyla elde edilse de bazı çalışmalarda hazır istatistiki verilerden de yararlanılmıştır. Bu çalışmada kullanılan veriler anket yardımıyla elde edilmiştir. Uzman karar verici grubu Uşak Üniversitesi'nde görevli akademik ve idari personelden oluşan 59 kişiden oluşturulmuştur. Ek-1'de belirtilen anket tasarlanırken önce kriterler ve alternatifler belirlenmiştir. Ön çalışma olarak daha önce internetten alışveriş deneyimi olan 5 akademisyen, 6 idari personel olmak üzere 11 kişiye pilot anket uygulanmıştır. Pilot uygulama sonucunda alınan görüşler doğrultusunda gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Anket beş bölüm olarak tasarlanmıştır. Birinci bölümde; demografik bilgiler ile ilgili dört ifade, ikinci bölümde; karar vericilerin internet deneyimlerini ölçmeye yönelik altı ifade, üçüncü bölümde ana kriterlerin değerlendirilmesi adına 7'li ölçeğe sahip ana kriterleri temsil eden 7 ifade, dördüncü bölümde ana kriterlerin alt kriterlerini temsil eden 7'li ölçeğe sahip 21 ifade ve son olarak beşinci bölümde ise karar vericilerin daha önce deneyimlediği çevrimiçi alışveriş sitelerini değerlendirmek adına sunulan 6 alternatif için verilen 7'li ölçeğe sahip 21 ifade yer almaktadır. Çalışma anketi son halini aldıktan sonra üniversitede görevli akademik ve idari personele uygulanmıştır. Anketi cevaplamak için daha önce

internetten alışveriş yapmış olmak ön koşulu cevaplayıcılara belirtilmiştir. Kriterleri değerlendirme bölümünde ifadelerin alt kısımlarına parantez içinde ayrıntılı şekilde ilgili kriterin ne ifade ettiği yazılmıştır. Bu durum cevaplayıcılar için kolaylık sağlamıştır. Alternatifler için ise daha önce deneyimledikleri siteleri cevaplamaları ve varsa başka deneyimledikleri siteleri eklemeleri istenmiştir.

Son olarak anketlerden elde edilen veriler analiz edilmiş ardından TOPSIS, VIKOR, MOORA, WASPAS, Bulanık TOPSIS, Bulanık VIKOR, Bulanık MOORA ve Bulanık WASPAS çok kriterli karar verme yöntemleri uygulanmıştır.

5.1.4. Araştırmanın Önemi

Çevrimiçi pazarlayıcılar açısından tüketicilerin internet üzerinden alışverişte beklentilerinin, hangi durumdan memnun olduklarının, olumsuz olarak değerlendirdikleri durumların neler olduğunun ve site değerlendirme kriterlerine verdikleri önem düzeylerinin tespiti oldukça önemlidir.

Bu çalışma sektör açısından çevrimiçi alışveriş hizmeti sunan internet sitelerinin değerlendirilmesine ve tüketicilerinin beklentileri doğrultusunda çevrimiçi alışveriş sistemlerinin geliştirilmesine yardımcı olacaktır. Bilimsel açıdan ise çok sayıda yöntemin kullanılması sonucunda yöntemler arasındaki çıktıları karşılaştırmak varsa farklarını tespit etmek açısından ve analizlerde kullanılan bulanık sayıların ve bulanık olmayan sayıların analiz sonuçlarında herhangi bir farklılık oluşturup oluşturmadıklarının varsa nasıl bir farklılık oluşturduklarının tespiti açısından bir fikir sunacaktır.

5.2. MODELİN KURULMASI

Üçüncü bölümde ayrıntılı olarak bahsedildiği üzere çok kriterli karar verme problemleri, seçenekler arasından en iyiyi seçme amacına dayanarak en az iki kriter altında seçim yapma işlemidir.

Çok kriterli karar verme yapısal olarak birden fazla kritere sahiptir. Karar probleminde alternatifleri değerlendirmek adına kriterler belirlenir. Bir alternatifi değerlendirmek için birçok kriter olabileceği gibi bu kriterlerin önem düzeyleri birbirinden farklıdır. Bu çalışmada kriter ağırlıkları, anket yoluyla değerlendiricilerin görüşleri neticesinde oluşan ortalama değer ağırlıklarından elde edilmiştir.

Çok kriterli karar verme probleminde seçim problemi üç basamaktan oluşmaktadır. İlk aşama kriterlerin belirlenmesi ve önem ağırlıklarına göre sıralanmasıdır. Sonraki aşama ise alternatiflerin bu kriterleri ne oranda karşıladığının tespit edildiği kısımdır. Son durumda ise bu alternatiflerin aldıkları puanlara göre sıralama işlemi yapılır.

Bu çalışmada altı alternatif belirlenmiş olup bu alternatifler yedi ana kriter ve yirmi bir alt kriter altında değerlendirilmiştir. Aşağıda ana kriterler ve alternatifler belirtilmiştir.

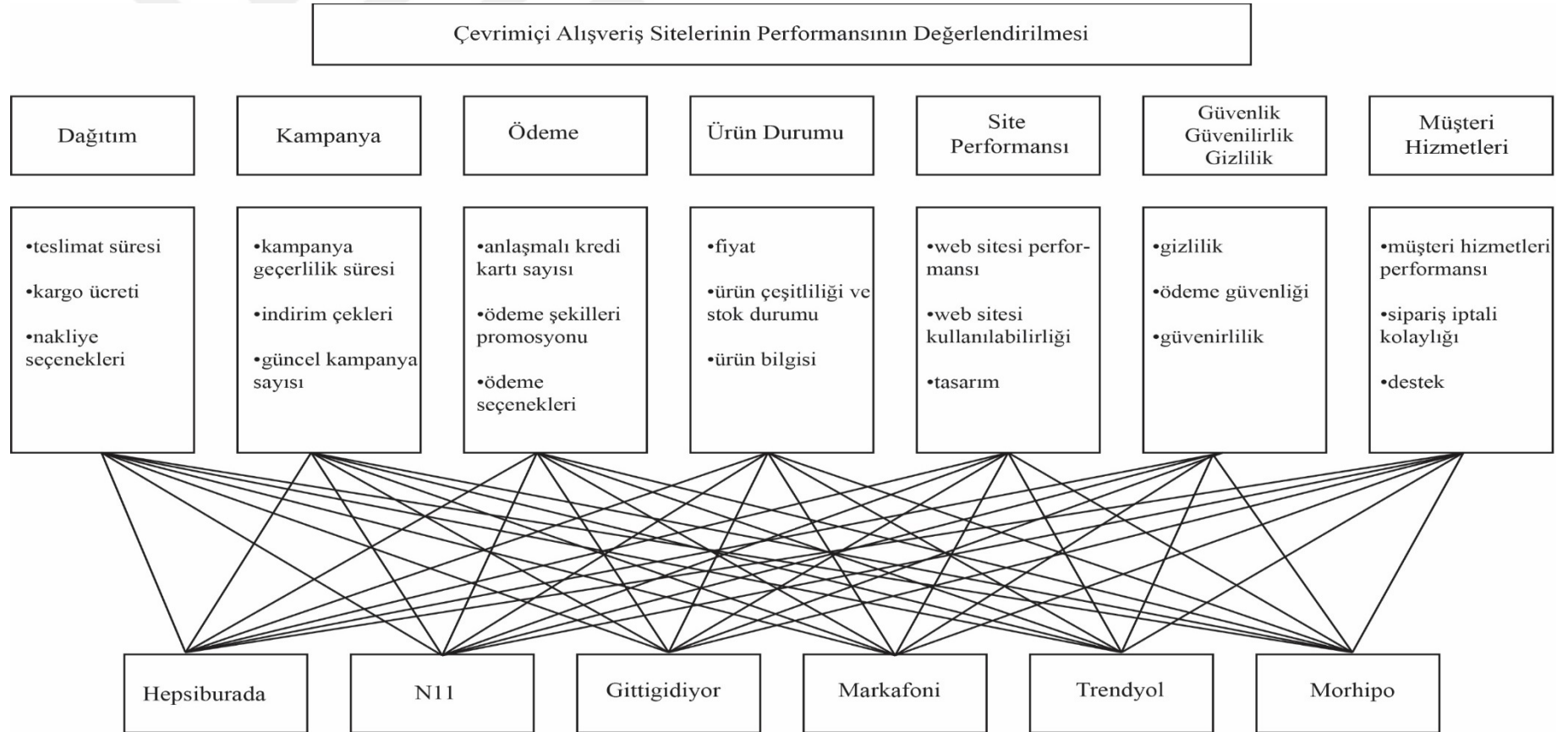
Ana Kriterler

- Dağıtım
- Kampanya
- Ödeme
- Ürün Durumu
- Site Performansı
- Güvenlik/Güvenilirlik/Gizlilik
- Müşteri Hizmetleri

Alternatifler

- Hepsiburada
- N11
- Gittigidiyor
- Markafoni
- Trendyol
- Morhipo

Şekil 5.1.'de çevrimiçi alışveriş sitelerinin seçiminde kullanılacak kriterler ve alternatifler için belirlenen yapı gösterilmiştir.



Şekil 5.1. Problemin Hiyerarşik Yapısı

5.2.2. Kriterlerin Belirlenmesi

Kriterler belirlenirken, dördüncü bölümde yer verilen literatür incelemesindeki çalışmalara ek olarak ÇKKV yöntemlerini kullanmayan ancak çevrimiçi alışveriş kriterlerini inceleyen çalışmalar da kullanılmıştır.

Çalışmada ana kriterlerin altında üçer tane alt kriter olmak üzere 21 değerlendirme kriteri bulunmaktadır. Literatürde ödeme şekilleri promosyonu kriterine rastlanmamıştır. Bu kriter için çevrimiçi alışveriş siteleri incelenmiş ve alışveriş sürecinde bu işlemin var olduğu tespit edildikten sonra çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışmada kullanılan ana ve alt değerlendirme kriterleri ile bunların elde edildiği referanslar Tablo 5.1.'de verilmiştir.



Tablo 5.1. Kriterlerin Elde Edildiği Referanslar

Ana Kriterler	Alt Kriterler	Referanslar
Dağıtım	Teslimat Süresi	Özgüven (2012), Algür, Cengiz (2011), Ömürbek, Şimşek (2014), Kumar, Dash (2017), Yayar, Sadaklıoğlu (2012), Gök, Perçin (2013)
	Kargo Ücreti	Algür, Cengiz (2011), Cavlak (2012)
	Nakliye Seçenekleri	Long, Mcmellon (2004), Cavlak (2012)
Kampanya	Kampanya Geçerlilik Süresi	Özgüven (2012)
	İndirim Çekleri	Özgüven (2012)
	Güncel Kampanya Sayısı	Özgüven (2012)
Ödeme	Anlaşmalı Kredi Kartı Sayısı	Özgüven (2012), İltter (2009)
	Ödeme Şekilleri Promosyonu	Çevrimiçi alışveriş sitelerinin incelenmesi sonucu elde edilen kriter
	Ödeme Seçenekleri	Ömürbek, Şimşek (2014), Kumar, Dash (2017), Yayar, Sadaklıoğlu (2012), Özgüven (2012), Cavlak (2012)
Ürün Durumu	Ürün Çeşitliliği ve Stok Durumu	Dündar, vd. (2007), Ömürbek, Şimşek (2014), Yang, vd. (2004), Liu, Fong (2011) Gök, Perçin (2013), Cavlak (2012), Long, Mcmellon (2004)
	Fiyat	Ömürbek, Şimşek (2014)
	Ürün Bilgisi	Ömürbek, Şimşek (2014), Yayar, Sadaklıoğlu (2012), Merwe, Bekker (2003)
Site Performansı	Web Sitesi Performansı	Cavlak (2012), Gök, Perçin (2013), Kumar vd. (2017), Çelik, Başaran (2008), İçli (2003)
	Web Sitesi Kullanılabilirliği	Taşkın vd. (2016), Ayazlar, Yüksel (2012), Long, Mcmellon (2004), Çetin (2014), Kumar, Dash (2017)
	Tasarım	Dündar, vd. (2007), Yang vd. (2003), Cai, Jun (2003), Santos (2003), Iwaarden vd. (2003), Cai, Jun (2003)
Güvenlik/Güvenilirlik/Gizlilik	Gizlilik	Gök, Perçin (2013), Marangoz vd. (2012)
	Ödeme Güvenliği	İçli (2003), Liu, Fong (2011), Cavlak (2012)
	Güvenirlilik	Cavlak (2012), Ömürbek, Şimşek (2014), İçli (2003), Çetin (2014)
Müşteri Hizmetleri	Müşteri Hizmetleri Performansı	Cavlak (2012), Yang vd. (2003)
	Sipariş İptali Kolaylığı	Ömürbek, Şimşek (2014)
	Destek	Santos (2003), Madu, Madu (2002), Yayar, Sadaklıoğlu (2012)

Kriterlerin Açıklanması

(AK) ana kriteri ve (K) alt kriteri temsil etmek üzere aşağıda kriterler açıklanmıştır.

1. DAĞITIM (AK1): Satın alınan ürün için siparişin verilmesinden müşteriye ulaşmasına kadar geçen süredeki işlemleri kapsar.

Teslimat Süresi (K1): Satın alma işleminden sonra ürünün gönderim için hazırlanma süresini ve müşteriye ulaşma süresini ifade eder.

Kargo Ücreti (K2): Kargo ücretlerinin ideal düzeyde olması veya ücretsiz kargo hizmeti sağlanması durumunu ifade eder.

Nakliye Seçenekleri (K3): Birden çok kargo firmasının mevcut olması ve tüketicinin kendisine en uygun olanını seçebilme imkânını ifade eder.

2. KAMPANYA (AK2): Bir ürün satın alırken tüketici lehine olan fırsatları ifade eder.

Kampanya Geçerlilik Süresi (K4): Satın alınmak istenen ürün ile ilgili tüm fırsatları (indirim, ikinci üründe indirim vb.) kapsayan kampanyaların hangi zaman aralığında sunulduğunu ifade eder.

İndirim Çekleri (K5): İndirim çeklerinin tutarını, en az kaç liralık alışverişte ve hangi zaman diliminde kullanılabileceğini ifade eder.

Güncel Kampanya Sayısı (K6): Farklı ürün kategorileri için kampanya sayısını (örn. teknoloji, gıda, kozmetik, giyim vs.) ifade eder.

3. ÖDEME (AK3): Satın alınan ürün için farklı ödeme kanallarının neler olduğunu ifade eder.

Anlaşmalı Kredi Kartı Sayısı (K7): Farklı bankalara ait birçok kredi kartının geçerli olması ve ekstra taksit anlaşmalı kart sayısını ifade eder.

Ödeme Şekilleri Promosyonu (K8): Farklı ödeme kanalları için farklı fayda durumlarını ifade eder. Havale ile ödeme indirimi, kapıda ödeme indirimi, kredi kartı ile ödemede belli miktar alışveriş sonunda parapuan veya indirim çeki verilmesi durumlarını kapsar.

Ödeme Seçenekleri (K9): Taksit ile ödeme, havale ile ödeme, kredi kartı ile ödeme nakit ödeme, kapıda ödeme gibi farklı ödeme kanallarını ifade eder.

4. ÜRÜN DURUMU(AK4): Ürün hakkındaki tanıtım bilgilerini ve kıyaslama durumunu ifade eder.

Ürün Çeşitliliği ve Stok Durumu (K10): Geniş ürün yelpazesini, aynı ürünü birçok tedarikçiden alabilme imkânını ve ürünün stoklarda bulunma durumunu ifade eder.

Fiyat (K11): Uygun fiyat ve aynı ürünü farklı tedarikçiler için olan fiyatlarını karşılaştırabilme durumunu ifade eder.

Ürün Bilgisi (K12): Ürün tanımı açısından detaylı bilgilerin olmasını, içerik bilgisinin sunulması görsel açıdan ayrıntılı fotoğrafların belirtilmesi durumunu ifade eder.

5. SİTE PERFORMANSI (AK5): Sitenin teknik açıdan işleyişini ve görsellik durumunu ifade eder.

Web Sitesi Performansı (K13): Sitenin yoğun kullanımda çökmemesini, düzgün çalışmasını ifade eder.

Web Sitesi Kullanılabilirliği (K14): Sitenin karmaşık olmaması, sitenin yerleşiminin basit olması, en az sayıda tıklanma ile işlemi gerçekleştirme ve etkin yönlendirme durumunu ifade eder.

K15: Tasarım (K15): Web sitesinin görsel açıdan düzeni, ilgi çekici göze hoş gelen renklerin olmasını ifade eder.

6. GÜVENLİK/GÜVENİLİRLİK/GİZLİLİK (AK6): Üyelik bilgilerinden, kredi kartı bilgilerine kadar olan tüm kişisel bilgilerin saklanması ve ürün hakkındaki doğru bilgiyi ifade eder.

Gizlilik (K16): Kişisel bilgilerin ve müşteri alışveriş davranışlarının (ne tür ürün alındığı ve alınma sıklıkları) paylaşılmamasını ifade eder.

Ödeme Güvenliği (K17): Ödeme yaparken kart bilgilerinin güvende olmasını ifade eder.

Güvenirlilik (K18): Firma güvenilirliği, firmanın iletişim adreslerinin açıkça belirtilmesi, firmaya ulaşma sorununun olmaması ve sitenin bilinir olmasını ifade eder.

7. MÜŞTERİ HİZMETLERİ (AK7): Müşteri ile satıcı arasındaki iletişim kanallarını ifade eder.

Müşteri Hizmetleri Performansı (K19): Müşteri ile iletişimde bulunan personelin tavrını, cevap verme süresini ulaşılabilirlik durumunu ve nezaketini ifade eder.

Sipariş İptali Kolaylığı (K20): Siparişin iptal edilmek istenmesi durumunda kolaylık sağlanmasını ifade eder.

Destek (K21): Satış öncesinde, satış anında ve satış sonunda destek verilme durumunu ve şikâyetleri iletebilme kolaylığını ifade eder.

5.2.2. Alternatiflerin Belirlenmesi

Bu çalışmada alternatifler belirlenirken literatürde daha önce yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar ve internet araştırma istatistikleri baz alınmıştır. Daha önceki yapılan çalışmalarda kullanıcılara yapılan anket sonuçları değerlendirilmiş tercih edilebilirliği yüksek çıkan siteler ile internet üzerinden en çok ziyaret edilen internet alışveriş siteleri araştırmaya dâhil edilmiştir.

2013 yılında Mastercard desteği ile Turkishtime Ekonomi Dergisi ve Trendbase tarafından yapılan Türkiye'nin En Çok Beğenilen Online Alışveriş Siteleri sonuçlarına göre en beğenilen site hepsiburada.com olarak ortaya çıkmıştır. Aynı araştırmada fiyat avantajı için sırasıyla Gittigidiyor, Markafoni, Trendyol, Hepsiburada ve Sahibinden siteleri tercih edilebilir çıkmıştır.

Ekim 2017 yılında shiftdelete.net sitesini en iyi 10 alışveriş sitesi araştırmasında internetin en iyi alışveriş siteleri olarak Hepsiburada, Amazon, Aliexpress, Kitapyurdu, Gittigidiyor, Ebay, Morhipo, Çiçeksepeti, N11 ve Boyner alışveriş siteleri belirlenmiştir.

alexa.com internet sitesi verilerine göre 2018 Nisan sonu itibariyle Türkiye'deki en çok tercih edilen 500 site arasında ilk 50 de olan ulusal alışveriş siteleri arasında N11, Gittigidiyor, Trendyol siteleri yer almıştır.

Çalışmada kullanılan alternatifler ile bunların elde edildiği referanslar Tablo 5.2.'de verilmiştir.

Tablo 5.2. Alternatiflerin Elde Edildiği Referanslar

Alternatifler	Referanslar
Hepsiburada(A1)	Dündar vd. (2007), Şimşek (2013), Çelik (2015), Turan (2011), Turkishtime Ekonomi Dergisi (2013), shiftdelete.net (2017)
N11 (A2)	Çelik (2015), shiftdelete.net (2017), alexa.com(2017)
Gittigidiyor (A3)	Çelik (2015), Turkishtime Ekonomi Dergisi (2013), shiftdelete.net (2017), alexa.com (2017)
Markafoni (A4)	Şimşek (2013), Çelik (2015), Pulat (2015), Kipman (2013), Çabuk vd. (2012), Özgüven (2012), Gök ve Perçin (2013), Turkishtime Ekonomi Dergisi (2014)
Trendyol (A5)	Şimşek (2013), Çelik (2015), Pulat (2015), Kipman (2013), Çabuk vd. (2012), Özgüven (2012), Gök ve Perçin (2013), alexa.com (2017), Turkishtime Ekonomi Dergisi (2013)
Morhipo (A6)	Pulat (2015), Gök ve Perçin (2013), shiftdelete.net (2017)

5.3. VERİ GİRİŞİ VE ANALİZİ

Anket formu değerlendiricilere dağıtılmış ve anketi doldurmadan önce çalışma hakkında kısa bilgiler verilmiştir. Anketi 66 kişi cevaplamıştır. 3 adet hatalı işaretlemeden ve 4 adet eksik bilgi girişinden kaynaklı toplamda 7 anket çalışmaya dâhil edilmemiştir. Toplam 59 değerlendiricinin görüşleri doğrultusunda analizler yapılmıştır. Değerlendirmeye uygun anket verileri ilk olarak Excel'e girilmiştir. Çalışmada çok kriterli karar verme yöntemleri ve bu yöntemlerin bulanık halleri için analiz yapıldığından dolayı iki tane veri giriş dosyası oluşturulmuştur. İlk olarak çok kriterli karar verme yöntemlerinin normal halleri için anket verileri doğrudan Excel'e girilmiştir. Bulanık haller için ise girilen veriler, dilsel değişkenler kullanılarak üçgen bulanık sayılara çevrilmiştir. 59 değerlendiriciden elde edilen verilerin ortalaması alınmış ve böylece kriterler ve alternatifler adına verilen ortalama değerler oluşmuştur. Hesaplamalar tüm yöntemlerin normal ve bulanık halleri için Excel'de yapılmıştır.

Anket verileri daha sonra SPSS 23.0 programına aktarılmıştır. Anketin birinci bölümünde yer alan demografik bilgiler ve ikinci bölümde yer alan internet deneyimleri için frekanslar ve tanımlayıcı istatistikler hesaplanmıştır.

5.3.1. Demografik ve İnternet Deneyimine İlişkin Bulgular

Ankete katılan değerlendiricilerin demografik bilgileri Tablo 5.3.'de verilmiştir.

Tablo 5.3. Değerlendiricilerin Demografik Özellikleri

Cinsiyet	n	%	Ünvan	n	%
Erkek	36	61.0	Akademik	20	33.9
Kadın	23	39.0	İdari Personel	39	66.1
Yaş	n	%	Aylık Gelir (TL)	n	%
20-25	3	5.1	1500 – 3000	15	25.4
26-30	14	23.7	3001 – 4000	20	33.9
31-35	24	40.7	4001-5000	10	16.9
36-40	11	18.6	5001-6000	9	15.3
41-45	5	8.5	6001 ve üzeri	5	8.5
45 ve üzeri	2	3.4			

Tablo 5.3.'e göre değerlendirici grubun akademik personel ve idari personel tarafından oluşturulduğu görülmektedir. Ankete katılan değerlendiricilerden akademik personel 20 katılımcı ile %33.9'luk bir orana sahipken idari personel ise 39 katılımcı ile %66.1'lik bir orana sahiptir. Cinsiyet olarak değerlendiriciler, 36 erkek katılımcı ile %61'lik orana sahipken 23 kadın katılımcı ile %39'luk bir orana sahiptir. 59 değerlendiricinin yaş dağılımlarına bakıldığında %40.7 orana sahip 31-35 yaş aralığı en yüksek katılım oranına sahipken %3.4 oran ile 45 ve üzeri yaş grubu en az katılım oranına sahip olmuştur. Yaş değişkeni ayrıntılı incelendiğinde değerlendiricilerin yaşlarının 26-40 yaş aralığında yoğunlaştığı görülmektedir.

Tablo 5.3.'de değerlendiricilerin gelir düzeylerine bakıldığında %33.9 ile 3001-4000 TL gelir aralığı en yüksek orana sahipken %8.5 ile 6001 ve üzeri gelir aralığı en düşük orana sahiptir. Gelir düzeylerine bakıldığında katılımcıların yaklaşık %75'i 3000 TL ve üzeri bir gelire sahip oldukları sonucu ortaya çıkmıştır.

İnternet deneyimine ilişkin sorulara verilen cevapların tanımlayıcı istatistikleri Tablo 5.4.'de verilmiştir.

Tablo 5.4. Değerlendiricilerin İnternet Deneyim Özellikleri

Ne zamandan beri internetten alışveriş yapıyorsunuz?	n	%
1 yıldan az	1	1.7
2-3 yıl	9	15.3
4-5 yıl	15	25.4
6-7 yıl	13	22.0
8 yıl ve daha fazla	21	35.6
Ortalama alışveriş sıklığınız nedir?	n	%
Haftada birkaç defa	1	1.7
Haftada bir defa	2	3.4
Ayda 1-3 defa	33	55.9
Ayda birden az	23	39.0
Son bir yılda ortalama ne tutarda internetten alışveriş yaptınız?	n	%
0 – 500 TL	10	16.9
501-1000 TL	12	20.3
1001-1500 TL	16	27.1
1501 TL ve üzeri	21	35.6

Tablo 5.4.'e göre değerlendiricilerin internet deneyimleri ile ilgili bilgilere bakıldığında; internet üzerinden alışveriş deneyim süresi için 8 yıl ve daha fazla deneyime sahip olanlar %35.6'lık oranla ilk sırada yer alırken bunu sırasıyla %25.4'lük oranla 4-5 yıl deneyim süresi, %22.0'lik oranla 6-7 yıl deneyim süresi, %15.3'lük oranla 2-3 yıl deneyim süresi takip etmiştir. %1.7 oranla 1 yıldan az deneyim süresi en az orana sahip çıkmıştır.

Değerlendiricilerin ortalama alışveriş sıklığı dağılımına bakıldığında; ayda 1-3 defa alışveriş yapanların oranı %55.9 ile ilk sırada yer alırken bunu sırasıyla %39.0'lık oranla ayda birden az defa, %3.4'lük oranla haftada bir defa alışveriş yapma sıklığı takip etmiştir. %1.7'lik oranla haftada birkaç defa alışveriş yapma sıklığı en az orana sahip çıkmıştır.

Son bir yılda yapılan alışverişlerin toplam miktarı için oluşan dağılıma bakıldığında; 1501 TL ve üzeri harcama miktarı %35.6'lık oranla ilk sırada yer alırken bunu sırasıyla 1001-1500 TL harcama miktarı %27.1'lik oranla, 501-1000 TL harcama

miktarı %20.3'lük oranla takip etmiştir. %16.9'luk oranla 0 – 500 TL son bir yılda ortalama internetten alışveriş miktarı olarak en az orana sahip çıkmıştır.

Değerlendirici profili adına internet alışveriş deneyimi için anket sonuçlarına bakıldığında; deneyim süresi açısından 8 yıl ve daha fazla deneyim, alışveriş sıklığı bakımından ayda 1-3 defa ve harcama miktarı olarak 1500 TL ve üzeri sonuçları ilk sırada çıkmıştır. Bu durum değerlendirici profilinin çevrimiçi alışveriş kriterlerini ve çevrimiçi alışveriş sitelerini değerlendirmek için yeterli bir görüş açısına sahip olduğunu göstermektedir.

İnternet deneyimine ilişkin birden fazla seçeneğin seçilebildiği sorular için verilen cevapların tanımlayıcı istatistikleri Tablo 5.5.'de ve Tablo 5.6.'da verilmiştir.

Tablo 5.5. Değerlendiricilerin Tercih Ettikleri Ürün Çeşitleri

İnternette hangi tür ürünleri satın aldınız?	n
Kitap/Film /Müzik	38
Giyim	41
Kozmetik/Sağlık/Bakım	31
Elektronik/Bilgisayar	35
Ev eşyası/Mobilya	27
Otomotiv ve ürünleri	11
Gıda	9
Toplam	192

Tablo 5.5.'e göre değerlendiricilerin alışveriş tercihlerine göre 41 kişi ile ilk sırada giyim ürünleri satın alınmıştır. 38 kişi satın alma tercihlerini kitap/film /müzik ürünlerinden yana kullanırken, sırasıyla 35 kişi elektronik/bilgisayar, 31 kişi kozmetik/sağlık/bakım, 27 kişi ev eşyası/mobilya, 11 kişi otomotiv ve ürünlerini tercih etmiştir. 9 kişinin tercih ettiği gıda ürünü ise en az tercih edilen ürün olarak ortaya çıkmıştır.

Tablo 5.5.'e bakıldığında toplam tercih edilen ürün sayısı 192'dir. Bir değerlendiricinin birden fazla ürünü tercih etmesi durumu sonucunda 59 değerlendirici ortalama 3.25 ($192/59=3.25$) farklı ürün türünü internetten sipariş ettiği sonucu ortaya çıkmıştır.

Tablo 5.6. Değerlendiricilerin Tercih Ettikleri Uygulamalar

Telefonunuzda hangi alışveriş sitesinin uygulamasını kullanıyorsunuz?	n
Hepsiburada	21
N11	17
Gittigidiyor	10
Markafoni	2
Trendyol	14
Morhipo	3
Kullanmıyorum	28
Toplam	95

Tablo 5.6.'ya göre 28 kişi hiçbir çevrimiçi alışveriş sitesinin uygulamasını kullanmazken 21 kişi ile Hepsiburada en çok tercih edilen uygulama olmuştur. Bunu sırasıyla 17 kişi ile N11, 14 kişi ile Trendyol, 10 kişi ile Gittigidiyor ve 3 kişi ile Morhipo takip etmiştir. En az tercih edilen uygulama ise 2 kişi ile Markafoni olmuştur.

59 kişi değerlendirici ve 67 tercih edilen uygulama sayısını temsil etmek üzere bir değerlendirici ortalama 1.14 ($67/59= 1.14$) farklı çevrimiçi alışveriş sitesinin uygulamasını kullanmaktadır.

5.4. PROBLEMİN ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE ÇÖZÜMÜ

Problemin çok kriterli karar verme yöntemleri ile çözüm aşamasında öncelikle 59 değerlendiricinin karar değerlerinin ortalaması alınmış ardından kriter ağırlıklandırılması yapılmış daha sonra karar matrisi oluşturulmuş ve yöntemler için çözümler gösterilmiştir. (A) alternatif, (AK) ana kriter, (K) alt kriter ve (KV) karar vericiyi temsil etmek üzere aşağıda gösterimleri belirtilmiştir.

$$A = \{A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6\}, AK = \{AK_1, AK_2, AK_3, AK_4, AK_5, AK_6, AK_7\},$$

$$K = \{K_1, K_2, \dots, K_{20}, K_{21}\}, KV = \{KV_1, KV_2, \dots, KV_{58}, KV_{59}\}$$

Bu çalışmada bulanık sayıların alt, orta ve üst değerlerini ayırmak adına virgül kullanıldığından, hesaplamaların ve gösterimlerin tamamında sayıların ondalık kısımlarını ayırmak için nokta kullanılmıştır.

Kriter ağırlıklarının belirlenmesi

Kriter önem ağırlıkları anket yardımıyla elde edilen veriler doğrultusunda belirlenmiştir. 59 karar vericinin dilsel değişkenler yardımıyla 7'li ölçeğe (1: Çok Düşük, 2: Düşük, 3: Orta Düşük, 4: Orta, 5: Orta Yüksek, 6: Yüksek, 7: Çok Yüksek) göre oluşturduğu değerlendirme verileri ana kriterler için Ek-2'de, alt kriterler için Ek-3'de verilmiştir. Ana kriterler için Eşitlik 3.3'e göre hesaplanan tek değere indirgenmiş ortalama önem ağırlıkları ve normleştirilmiş önem ağırlıkları Tablo 5.7.'de verilmiştir.

Tablo 5.7. Ana Kriterlerin Önem Ağırlığı

Ana Kriter	Orijinal Ağırlık	Normleştirilmiş Ağırlık
Dağıtım	5.864	5.864/40.763=0.1439
Kampanya	4.983	4.983/40.763=0.1222
Ödeme	5.508	5.508/40.763=0.1351
Ürün Durumu	6.068	6.068/40.763=0.1489
Site Performansı	5.322	5.322/40.763=0.1306
Güvenlik/Güvenilirlik/Gizlilik	6.780	6.780/40.763=0.1663
Müşteri Hizmetleri	6.237	6.237/40.763=0.1530
Toplam	40.763	1

Ana kriterlerin ağırlıkları hesaplanırken karar vericilerin anket değerlendirme verileri her bir ana kriter için toplanmış ve karar verici sayısına bölünmüştür. Ardından her bir kriter için ortalama ağırlık değerleri normleştirilmiştir. Örneğin dağıtım ana kriteri için ağırlık değeri Ek-2'deki verilere göre aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$\text{Ortalama ağırlık} = \frac{(KV_1+KV_2+\dots+KV_{58}+KV_{59})}{KV} = \frac{(6+6+\dots+6+4)}{59} = 5.864$$

$$\text{Normleştirilmiş ağırlık} = \frac{5.864}{40.763} = 0.1439$$

Ana kriterler açısından önem ağırlıkları sıralamasında güvenlik/güvenilirlik/gizlilik 0.1663 önem ağırlığıyla ilk sırada yer alırken kampanya 0.1222 önem ağırlığıyla son sırada yer almıştır.

Alt kriterler için Eşitlik 3.3'e göre hesaplanan tek değere indirgenmiş ortalama önem ağırlıkları ve normleştirilmiş önem ağırlıkları Tablo 5.8.'de belirtilmiştir.

Tablo 5.8. Alt Kriterlerin Önem Ağırlığı

Ana Kriterler	Alt Kriter	Orijinal Ağırlık	Normalleştirilmiş Ağırlık
Dağıtım	teslimat süresi	5.881	5.881/16.898=0.3480
	kargo ücreti	6.169	6.169/16.898=0.3651
	nakliye seçenekleri	4.847	4.847/16.898=0.2869
	toplam	16.898	1
Kampanya	kampanya geçerlilik süresi	4.763	4.763/14.017=0.3398
	indirim çekleri	4.644	4.644/14.017=0.3313
	güncel kampanya sayısı	4.610	4.610/14.017=0.3289
	toplam	14.017	1
Ödeme	anlaşmalı kredi kartı sayısı	5.169	5.169/15.525=0.3330
	ödeme şekilleri promosyonu	4.983	4.983/15.525=0.3210
	ödeme seçenekleri	5.373	5.373/15.525=0.3461
	toplam	15.525	1
Ürün Durumu	ürün çeşitliliği ve stok durumu	5.780	5.780/18.508=0.3123
	fiyat	6.356	6.356/18.508=0.3434
	ürün bilgisi	6.373	6.373/18.508=0.3443
	toplam	18.508	1
Site Performansı	web sitesi performansı / kalitesi	5.593	5.593/16.322=0.3427
	web sitesi kullanılabilirliği	5.644	5.644/16.322=0.3458
	tasarım	5.085	5.085/16.322=0.3115
	toplam	16.322	1
Güvenlik/ Güvenirlilik/ Gizlilik	gizlilik	6.593	6.593/20.169=0.3269
	ödeme güvenliği	6.814	6.814/20.169=0.3378
	güvenirlilik	6.763	6.763/20.169=0.3353
	toplam	20.169	1
Müşteri Hizmetleri	müşteri hizmetleri performansı	6.085	6.085/18.508=0.3288
	sipariş iptali kolaylığı	6.339	6.339/18.508=0.3425
	destek	6.085	6.085/18.508=0.3288
	toplam	18.508	1

Alt kriterlerin ağırlıkları hesaplanırken karar vericilerin anket değerlendirme verileri her bir alt kriter için toplanmış ve karar verici sayısına bölünmüştür. Ardından her bir kriter için ortalama ağırlık değerleri normalleştirilmiştir. Burada alt kriterler ana kriterlerin hiyerarşik yapısı altında olduğundan normalleştirme değerleri ana kriter grupları üzerinden yapılmıştır. Örneğin teslimat süresi alt kriteri için ağırlık değeri Ek-3'deki verilere göre aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$\text{Ortalama ağırlık} = \frac{(KV_1 + KV_2 + \dots + KV_{58} + KV_{59})}{KV} = \frac{(6 + 5 + \dots + 6 + 5)}{59} = 5.881$$

$$\text{Normalleştirilmiş ağırlık} = \frac{5.881}{16.898} = 0.3480$$

Alt kriter ağırlıkları açısından değerlendirme sonuçlarına göre; dağıtım için kargo ücreti, kampanya için kampanya geçerlilik süresi; ödeme için ödeme seçenekleri, ürün durumu için yaklaşık değerinde fiyat ve ürün bilgisi; site performansı

için web sitesi kullanılabilirliği, güvenlik/güvenilirlik/gizlilik için yaklaşık değerde ödeme güvenliği ve güvenilirlik; müşteri hizmetleri için sipariş iptali kolaylığı kriterleri ilk sıralarda çıkmıştır.

Tüm kriterler için bütünleştirilmiş ağırlık değerleri sıralaması Tablo 5.9.'da verilmiştir. Bu değerler ana kriter önem ağırlıkları ile alt kriter önem ağırlıklarının çarpılmasıyla elde edilmiştir. Örneğin ödeme güvenliği, güvenilirlik ve gizlilik için önem ağırlık değerleri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

Güvenlik/Güvenilirlik/Gizlilik		Ödeme güvenliği		Bütünleşmiş Ağırlık
0.1663	x	0.3378	=	0.0562
Güvenlik/Güvenilirlik/Gizlilik		Güvenirlilik		Bütünleşmiş Ağırlık
0.1663	x	0.3353	=	0.0558
Güvenlik/Güvenilirlik/Gizlilik		Gizlilik		Bütünleşmiş Ağırlık
0.1663	x	0.3269	=	0.0544

Tablo 5.9. Kriterlerin Bütünleşmiş Önem Ağırlıkları Sıralaması

Sıralama	Kriterler	Önem Ağırlıkları
1	Ödeme Güvenliği	0.0562
2	Güvenirlilik	0.0558
3	Gizlilik	0.0544
4	Kargo Ücreti	0.0525
5	Sipariş İptali Kolaylığı	0.0524
6	Ürün Bilgisi	0.0513
7	Fiyat	0.0511
8	Müşteri Hizmetleri Performansı	0.0503
9	Destek	0.0503
10	Teslimat Süresi	0.0501
11	Ödeme Seçenekleri	0.0468
12	Ürün Çeşitliliği ve Stok Durumu	0.0465
13	Web Sitesi Kullanılabilirliği	0.0451
14	Anlaşmalı Kredi Kartı Sayısı	0.0450
15	Web Sitesi Performansı / Kalitesi	0.0447
16	Ödeme Şekilleri Promosyonu	0.0434
17	Kampanya Geçerlilik Süresi	0.0415
18	Nakliye Seçenekleri	0.0413
19	Tasarım	0.0407
20	İndirim Çekleri	0.0405
21	Güncel Kampanya Sayısı	0.0402
	Toplam	1

Hesaplama sonucuna göre güvenlik/güvenilirlik/gizlilik ana kriteri altında bulunan alt kriterler önem ağırlıklarına göre en üst sırada çıkarken kampanya ana kriterine ait indirim çekleri ve güncel kampanya sayısı alt kriterleri en alt sıralarda çıkmıştır. Hesaplanan bu değerler hangi kriterlerin çevrimiçi alışverişte etkili olduğu konusunda yargıya varmak açısından oldukça önemlidir.

Karar matrisinin oluşturulması

Karar matrisi anket yardımıyla elde edilen veriler doğrultusunda belirlenmiştir. 59 karar vericinin 7'li ölçeğe (1: Çok Kötü. 2: Kötü. 3: Orta Kötü. 4: Orta. 5: Orta İyi. 6: İyi. 7: Çok İyi) göre oluşturduğu değerlendirme verileri Ek-4'te verilmiştir. Karar vericiler daha önce deneyimledikleri alışveriş siteleri için değerlendirme yapmışlardır. Tablo 5.10.'da alternatiflerin deneyimlenme istatistikleri verilmiştir.

Tablo 5.10. Alternatiflerin Değerlendirilme Sayısı

Alternatifler	Değerlendirici Sayısı
Hepsiburada	49
N11	36
Gittigidiyor	39
Markafoni	16
Trendyol	28
Morhipo	14

Eşitlik 3.2'ye göre hesaplanan karar matrisi değerleri Tablo 5.11.'de verilmiştir. Karar matrisinde sütunlar alternatifleri, satırlar alt kriterleri temsil etmektedir.

Tablo 5.11. Karar Matrisi

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
K1	5.735	5.556	5.872	5.000	4.893	5.071
K2	5.224	5.389	5.590	4.500	4.607	4.643
K3	5.449	5.389	5.462	5.188	4.929	5.000
K4	5.122	5.000	5.205	5.375	4.964	5.071
K5	4.673	4.806	5.282	4.813	4.429	4.786
K6	5.000	4.833	5.436	5.250	5.214	5.214
K7	5.694	5.528	5.641	5.688	5.464	5.714
K8	5.122	5.083	5.410	5.188	4.893	5.429
K9	5.673	5.667	5.795	5.375	5.321	5.500
K10	5.816	5.472	5.795	5.688	5.071	5.286
K11	5.388	5.306	5.667	4.938	5.000	5.071
K12	5.449	5.139	5.436	5.563	5.321	5.500

Tablo 5.11.'in devamı Karar Matrisi

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
K13	5.776	5.000	5.590	5.188	5.429	5.500
K14	5.755	5.361	5.590	5.188	5.607	5.929
K15	5.571	4.861	5.359	5.063	5.429	5.571
K16	5.980	5.611	5.949	6.000	5.964	6.000
K17	6.122	5.722	6.026	5.938	5.857	6.143
K18	6.041	5.667	6.000	5.688	5.786	6.214
K19	5.653	5.389	5.692	5.438	5.500	5.786
K20	5.837	5.333	5.692	5.750	5.857	6.000
K21	5.714	5.361	5.615	5.125	5.571	5.857

Karar matrisi her alternatifin tüm kriterlere göre karar vericilerin yapmış olduğu değerlendirmelerin ortalaması alınarak elde edilmiştir. Ek-4 verilerine göre hesaplamalar şu şekilde yapılmıştır.

Alternatif 1'in 1. kriteri için;

$$x_{11} = \frac{1}{KV_{A1}} [KV_1 + KV_2 + \dots + KV_{57} + KV_{59}] = x_{11} = \frac{1}{49} [6 + 7 + \dots + 5 + 6] = 5.735$$

Alternatif 2'nin 1. kriteri için;

$$x_{21} = \frac{1}{KV_{A2}} [KV_1 + KV_2 + \dots + KV_{56} + KV_{57}] = x_{21} = \frac{1}{36} [6 + 6 + \dots + 6 + 5] = 5.556$$

Alternatif 6'nın 9. kriteri için;

$$x_{69} = \frac{1}{KV_{A6}} [KV_5 + KV_{18} + \dots + KV_{54} + KV_{58}] = x_{69} = \frac{1}{14} [5 + 5 + \dots + 6 + 6] = 5.500$$

5.4.1. TOPSIS Yöntemi ile Çözüm

Adım 1: 59 karar vericinin alternatifler ve kriterler adına verdikleri karar değerleri Eşitlik 3.2 ve Eşitlik 3.3'e göre tek bir değere indirgenmiştir.

Adım 2: Kriterler ve alternatifler tek değere indirgendikten sonra karar matrisi (Tablo 5.11.) ve ağırlık matrisi (Tablo 5.9.) oluşturulmuştur.

Adım 3: Normalize karar matrisi (R) oluşturulmuştur. Burada vektör normalizasyonu ve doğrusal normalizasyon kullanılmıştır. Tablo 5.12.'de vektör normalizasyon matrisi verilmiştir.

Tablo 5.12. TOPSIS Yöntemi Karar Matrisinin Vektör Normalizasyonu

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
K1	0.4361	0.4225	0.4466	0.3803	0.3721	0.3857
K2	0.4257	0.4391	0.4555	0.3667	0.3754	0.3783
K3	0.4245	0.4198	0.4255	0.4041	0.3840	0.3895
K4	0.4081	0.3983	0.4146	0.4282	0.3955	0.4040
K5	0.3971	0.4083	0.4488	0.4089	0.3763	0.4066
K6	0.3955	0.3823	0.4299	0.4152	0.4124	0.4124
K7	0.4135	0.4014	0.4096	0.4130	0.3968	0.4149
K8	0.4029	0.3998	0.4255	0.4080	0.3848	0.4269
K9	0.4167	0.4162	0.4257	0.3948	0.3909	0.4040
K10	0.4295	0.4041	0.4279	0.4200	0.3745	0.3903
K11	0.4202	0.4138	0.4420	0.3851	0.3900	0.3955
K12	0.4117	0.3883	0.4107	0.4203	0.4021	0.4156
K13	0.4351	0.3766	0.4211	0.3908	0.4089	0.4143
K14	0.4213	0.3925	0.4092	0.3797	0.4105	0.4340
K15	0.4279	0.3733	0.4116	0.3888	0.4169	0.4279
K16	0.4124	0.3870	0.4103	0.4138	0.4114	0.4138
K17	0.4187	0.3913	0.4121	0.4060	0.4005	0.4201
K18	0.4178	0.3919	0.4150	0.3934	0.4002	0.4298
K19	0.4137	0.3944	0.4166	0.3980	0.4025	0.4234
K20	0.4145	0.3788	0.4042	0.4083	0.4160	0.4261
K21	0.4206	0.3946	0.4134	0.3773	0.4101	0.4312

Vektör normalizasyonu Eşitlik 3.6'ya göre hesaplanmıştır. Örneğin K1 kriterinin A1 alternatifi için normalize değeri şöyle hesaplanmıştır.

Karar Matrisinden	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Toplam
x_{i1}	5.735	5.556	5.872	5.000	4.893	5.071	
$(x_{i1})^2$	32.8867	30.8642	34.4780	25.0000	23.9401	25.7194	172.8883

$$r_{11} = \frac{5.735}{\sqrt{172.8883}} = 0.4361$$

Tablo 5.13.'de ise doğrusal normalizasyon matrisi verilmiştir.

Tablo 5.13. TOPSIS Yöntemi Karar Matrisinin Doğrusal Normalizasyonu

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
K1	0.9767	0.9461	1.0000	0.8515	0.8333	0.8637
K2	0.9347	0.9641	1.0000	0.8050	0.8242	0.8306
K3	0.9977	0.9867	1.0000	0.9498	0.9024	0.9155
K4	0.9530	0.9302	0.9684	1.0000	0.9236	0.9435
K5	0.8848	0.9098	1.0000	0.9111	0.8384	0.9060
K6	0.9198	0.8892	1.0000	0.9658	0.9592	0.9592
K7	0.9964	0.9674	0.9872	0.9953	0.9563	1.0000
K8	0.9436	0.9364	0.9966	0.9556	0.9013	1.0000
K9	0.9791	0.9779	1.0000	0.9275	0.9183	0.9491
K10	1.0000	0.9408	0.9963	0.9779	0.8719	0.9088
K11	0.9508	0.9363	1.0000	0.8713	0.8824	0.8950
K12	0.9796	0.9238	0.9772	1.0000	0.9567	0.9888
K13	1.0000	0.8657	0.9678	0.8982	0.9399	0.9523

Tablo 5.13.'ün devamı TOPSIS Yöntemi Karar Matrisinin Doğrusal Normalizasyonu

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
K14	0.9707	0.9043	0.9428	0.8750	0.9458	1.0000
K15	1.0000	0.8725	0.9619	0.9087	0.9744	1.0000
K16	0.9966	0.9352	0.9915	1.0000	0.9940	1.0000
K17	0.9967	0.9315	0.9809	0.9666	0.9535	1.0000
K18	0.9721	0.9119	0.9655	0.9152	0.9310	1.0000
K19	0.9771	0.9314	0.9839	0.9398	0.9506	1.0000
K20	0.9728	0.8889	0.9487	0.9583	0.9762	1.0000
K21	0.9756	0.9153	0.9587	0.8750	0.9512	1.0000

Doğrusal normalizasyon Eşitlik 3.7'ye göre hesaplanmıştır. Burada amaç en iyiyi seçmek olduğu için fayda kriteri için hesaplama yapılmıştır. Örneğin K1 kriterinin A1 alternatifi için normalize değeri şöyle hesaplanmıştır.

Karar Matrisinden	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Maks
x_{i1}	5.735	5.556	5.872	5.000	4.893	5.071	5.872

$$r_{11} = \frac{5.735}{5.872} = 0.9767$$

Bu aşamadan sonra vektör ve doğrusal normalizasyon için yapılan hesaplamalar ortaktır. İşlemlerin gösterimi vektör normalizasyonu için gösterilecek olup doğrusal normalizasyon hesaplamaları sadece sonuç olarak verilecektir.

Adım 4: Oluşturulan normalize vektör matrisinin ağırlıklandırılması yapılır. Ağırlıklandırılmış matris Tablo 5.14.'de verilmiştir.

Tablo 5.14. Ağırlıklı Normalize Karar Matrisi

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
K1	0.0218	0.0212	0.0224	0.0190	0.0186	0.0193
K2	0.0224	0.0231	0.0239	0.0193	0.0197	0.0199
K3	0.0175	0.0173	0.0176	0.0167	0.0158	0.0161
K4	0.0169	0.0165	0.0172	0.0178	0.0164	0.0168
K5	0.0161	0.0165	0.0182	0.0166	0.0152	0.0165
K6	0.0159	0.0154	0.0173	0.0167	0.0166	0.0166
K7	0.0186	0.0181	0.0184	0.0186	0.0179	0.0187
K8	0.0175	0.0173	0.0185	0.0177	0.0167	0.0185
K9	0.0195	0.0195	0.0199	0.0185	0.0183	0.0189
K10	0.0200	0.0188	0.0199	0.0195	0.0174	0.0181
K11	0.0215	0.0212	0.0226	0.0197	0.0199	0.0202
K12	0.0211	0.0199	0.0211	0.0215	0.0206	0.0213
K13	0.0195	0.0169	0.0188	0.0175	0.0183	0.0185
K14	0.0190	0.0177	0.0185	0.0171	0.0185	0.0196
K15	0.0174	0.0152	0.0167	0.0158	0.0170	0.0174
K16	0.0224	0.0210	0.0223	0.0225	0.0224	0.0225
K17	0.0235	0.0220	0.0232	0.0228	0.0225	0.0236
K18	0.0233	0.0219	0.0231	0.0219	0.0223	0.0240
K19	0.0208	0.0198	0.0210	0.0200	0.0202	0.0213
K20	0.0217	0.0198	0.0212	0.0214	0.0218	0.0223
K21	0.0212	0.0199	0.0208	0.0190	0.0206	0.0217

Ağırlıklandırılmış matris Eşitlik 3.10'a göre hesaplanmıştır. Örneğin K1 kriterinin A1 alternatifi için ağırlıklandırılmış değeri şöyle hesaplanmıştır.

$$v_{11} = w_1 \cdot r_{11} = (0.0501) \cdot (0.4361) = 0.0218$$

Adım 5: Eşitlik 3.11'e göre pozitif ideal çözüm (A^*) ve Eşitlik 3.12'ye göre negatif ideal çözüm (A^-) noktaları belirlenmiştir. Pozitif ideal çözümden uzaklıklar Tablo 5.15.'de ve negatif ideal çözümden uzaklıklar Tablo 5.16.'da verilmiştir.

Tablo 5.15. Pozitif İdeal Çözümünden Uzaklıklar

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
K1	0.0000003	0.0000015	0.0000000	0.0000110	0.0000139	0.0000093
K2	0.0000024	0.0000007	0.0000000	0.0000218	0.0000177	0.0000164
K3	0.0000000	0.0000001	0.0000000	0.0000008	0.0000029	0.0000022
K4	0.0000007	0.0000015	0.0000003	0.0000000	0.0000018	0.0000010
K5	0.0000044	0.0000027	0.0000000	0.0000026	0.0000086	0.0000029
K6	0.0000019	0.0000037	0.0000000	0.0000003	0.0000005	0.0000005
K7	0.0000000	0.0000004	0.0000001	0.0000000	0.0000007	0.0000000
K8	0.0000011	0.0000014	0.0000000	0.0000007	0.0000033	0.0000000
K9	0.0000002	0.0000002	0.0000000	0.0000021	0.0000026	0.0000010
K10	0.0000000	0.0000014	0.0000000	0.0000002	0.0000065	0.0000033
K11	0.0000012	0.0000021	0.0000000	0.0000085	0.0000071	0.0000056
K12	0.0000002	0.0000027	0.0000002	0.0000000	0.0000009	0.0000001
K13	0.0000000	0.0000068	0.0000004	0.0000039	0.0000014	0.0000009
K14	0.0000003	0.0000035	0.0000013	0.0000060	0.0000011	0.0000000
K15	0.0000000	0.0000049	0.0000004	0.0000025	0.0000002	0.0000000
K16	0.0000000	0.0000021	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000
K17	0.0000000	0.0000026	0.0000002	0.0000006	0.0000012	0.0000000
K18	0.0000004	0.0000045	0.0000007	0.0000041	0.0000027	0.0000000
K19	0.0000002	0.0000021	0.0000001	0.0000016	0.0000011	0.0000000
K20	0.0000004	0.0000062	0.0000013	0.0000009	0.0000003	0.0000000
K21	0.0000003	0.0000034	0.0000008	0.0000074	0.0000011	0.0000000

Pozitif ideal çözüm noktaları ağırlıklı normalize matristeki her bir kriterin alternatifler üzerindeki maksimum değerini ifade eder. Eşitlik 3.13'e göre pozitif ideal çözümden uzaklıklar hesaplanmıştır. Örneğin K1 kriterinin A1 alternatifi için pozitif ideal çözüm uzaklığı şöyle hesaplanmıştır.

Ağırlıklandırılmış Normalize Matristen	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Maks (v_{i1})
v_{i1}	0.0218	0.0212	0.0224	0.0190	0.0186	0.0193	0.0224

$$(v_{11} - v_1^*)^2 = (0.0218 - 0.0224)^2 = 0.0000003$$

Tablo 5.16. Negatif İdeal Çözümde Uzaklıklar

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
K1	0.0000103	0.0000064	0.0000139	0.0000002	0.0000000	0.0000005
K2	0.0000096	0.0000145	0.0000218	0.0000000	0.0000002	0.0000004
K3	0.0000028	0.0000022	0.0000029	0.0000007	0.0000000	0.0000001
K4	0.0000003	0.0000000	0.0000006	0.0000018	0.0000000	0.0000001
K5	0.0000007	0.0000017	0.0000086	0.0000017	0.0000000	0.0000015
K6	0.0000003	0.0000000	0.0000037	0.0000018	0.0000015	0.0000015
K7	0.0000006	0.0000000	0.0000003	0.0000005	0.0000000	0.0000007
K8	0.0000006	0.0000004	0.0000031	0.0000010	0.0000000	0.0000033
K9	0.0000015	0.0000014	0.0000026	0.0000000	0.0000000	0.0000004
K10	0.0000065	0.0000019	0.0000062	0.0000045	0.0000000	0.0000005
K11	0.0000032	0.0000022	0.0000085	0.0000000	0.0000001	0.0000003
K12	0.0000014	0.0000000	0.0000013	0.0000027	0.0000005	0.0000020
K13	0.0000068	0.0000000	0.0000040	0.0000004	0.0000021	0.0000028
K14	0.0000035	0.0000003	0.0000018	0.0000000	0.0000019	0.0000060
K15	0.0000049	0.0000000	0.0000024	0.0000004	0.0000031	0.0000049
K16	0.0000019	0.0000000	0.0000016	0.0000021	0.0000018	0.0000021
K17	0.0000024	0.0000000	0.0000014	0.0000007	0.0000003	0.0000026
K18	0.0000021	0.0000000	0.0000017	0.0000000	0.0000002	0.0000045
K19	0.0000009	0.0000000	0.0000012	0.0000000	0.0000002	0.0000021
K20	0.0000035	0.0000000	0.0000018	0.0000024	0.0000038	0.0000062
K21	0.0000048	0.0000008	0.0000033	0.0000000	0.0000027	0.0000074

Negatif ideal çözüm noktaları ağırlıklı normalize matristeki her bir kriterin alternatifler üzerindeki minimum değerini ifade eder. Eşitlik 3.13'e göre negatif ideal çözümden uzaklıklar hesaplanmıştır. Örneğin K1 kriterinin A1 alternatifi için negatif ideal çözüm uzaklığı şöyle hesaplanmıştır.

Ağırlıklandırılmış Normalize Matristen	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Min (v_{i1})
v_{i1}	0.0218	0.0212	0.0224	0.0190	0.0186	0.0193	0.0186

$$(v_{11} - v_1^-)^2 = (0.0218 - 0.0186)^2 = 0.0000103$$

Adım 6: Alternatifler adına Eşitlik 3.13'e göre pozitif ideal noktadan (D_i^*) ve Eşitlik 3.14'e göre negatif ideal noktadan (D_i^-) sapmaların toplamı hesaplanır. Tablo 5.17.'de ideal noktalardan sapmalar belirtilmiştir.

Tablo 5.17. İdeal Noktalardan Sapmalar

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
D_i^*	0.0038	0.0074	0.0024	0.0087	0.0087	0.0066
D_i^-	0.0083	0.0056	0.0096	0.0046	0.0043	0.0071

Adım 7: Sapma değerleri hesaplandıktan sonra alternatifler adına ideal çözüme göre yakınlık değerleri Eşitlik 3.15'e göre (C_i^*) hesaplanır. Tablo 5.18.'de ideal çözüme göre yakınlık değerleri verilmiştir.

Tablo 5.18. Alternatiflerin İdeal Çözüme Yakınlık Değerleri

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
C_i^*	0.6881	0.4331	0.7990	0.3460	0.3297	0.5176

Adım 8: Son olarak oluşturulan C_i^* değerleri sıralanır. Sıralama Tablo 5.19.'da verilmiştir.

Tablo 5.19. TOPSIS (vektör) Yöntemi İçin Alternatiflerin Performans Sıralamaları

	Hepsiburada	Gittigidiyor	N11	Markafoni	Trendyol	Morhipo
C_i^*	0.6881	0.4331	0.7990	0.3460	0.3297	0.5176
Sıralama	2	4	1	5	6	3

Doğrusal normalizasyon hesap sonuçları Tablo 5.20., 5.21., 5.22., 5.23., 5.24. ve 5.25.'de belirtilmiştir.

Tablo 5.20. TOPSIS (doğrusal) Ağırlıklı Normalize Karar Matrisi

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
K1	0.04890	0.04738	0.05007	0.04264	0.04172	0.04325
K2	0.04909	0.05064	0.05253	0.04229	0.04329	0.04363
K3	0.04117	0.04072	0.04127	0.03920	0.03724	0.03778
K4	0.03959	0.03864	0.04022	0.04154	0.03836	0.03919
K5	0.03584	0.03685	0.04050	0.03690	0.03396	0.03670
K6	0.03698	0.03575	0.04021	0.03883	0.03857	0.03857
K7	0.04484	0.04353	0.04442	0.04478	0.04303	0.04500
K8	0.04093	0.04061	0.04323	0.04145	0.03909	0.04337
K9	0.04579	0.04573	0.04677	0.04338	0.04295	0.04439
K10	0.04648	0.04373	0.04631	0.04545	0.04053	0.04224
K11	0.04860	0.04786	0.05112	0.04454	0.04510	0.04575
K12	0.05021	0.04735	0.05009	0.05125	0.04903	0.05068
K13	0.04474	0.03873	0.04330	0.04019	0.04205	0.04261
K14	0.04383	0.04083	0.04257	0.03950	0.04270	0.04515
K15	0.04067	0.03549	0.03912	0.03696	0.03963	0.04067
K16	0.05418	0.05084	0.05390	0.05437	0.05404	0.05437
K17	0.05600	0.05234	0.05511	0.05431	0.05357	0.05619
K18	0.05421	0.05085	0.05384	0.05104	0.05192	0.05577
K19	0.04915	0.04685	0.04949	0.04728	0.04782	0.05030
K20	0.05098	0.04658	0.04972	0.05022	0.05116	0.05241
K21	0.04908	0.04604	0.04823	0.04402	0.04785	0.05030

Tablo 5.21. Pozitif İdeal Çözümünden Uzaklıklar

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
K1	0.0000014	0.0000073	0.0000000	0.0000553	0.0000697	0.0000466
K2	0.0000118	0.0000036	0.0000000	0.0001049	0.0000853	0.0000792
K3	0.0000000	0.0000003	0.0000000	0.0000043	0.0000162	0.0000122
K4	0.0000038	0.0000084	0.0000017	0.0000000	0.0000101	0.0000055
K5	0.0000218	0.0000133	0.0000000	0.0000130	0.0000428	0.0000145
K6	0.0000104	0.0000199	0.0000000	0.0000019	0.0000027	0.0000027
K7	0.0000000	0.0000022	0.0000003	0.0000000	0.0000039	0.0000000
K8	0.0000060	0.0000076	0.0000000	0.0000037	0.0000183	0.0000000
K9	0.0000010	0.0000011	0.0000000	0.0000115	0.0000146	0.0000057
K10	0.0000000	0.0000076	0.0000000	0.0000011	0.0000354	0.0000180
K11	0.0000063	0.0000106	0.0000000	0.0000433	0.0000362	0.0000288
K12	0.0000011	0.0000152	0.0000014	0.0000000	0.0000049	0.0000003
K13	0.0000000	0.0000361	0.0000021	0.0000207	0.0000072	0.0000046
K14	0.0000017	0.0000187	0.0000067	0.0000318	0.0000060	0.0000000
K15	0.0000000	0.0000269	0.0000024	0.0000138	0.0000011	0.0000000
K16	0.0000000	0.0000124	0.0000002	0.0000000	0.0000001	0.0000000
K17	0.0000000	0.0000148	0.0000011	0.0000035	0.0000068	0.0000000
K18	0.0000024	0.0000241	0.0000037	0.0000223	0.0000148	0.0000000
K19	0.0000013	0.0000119	0.0000007	0.0000092	0.0000062	0.0000000
K20	0.0000020	0.0000339	0.0000072	0.0000048	0.0000016	0.0000000
K21	0.0000015	0.0000181	0.0000043	0.0000395	0.0000060	0.0000000

Tablo 5.22. Negatif İdeal Çözümünden Uzaklıklar

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
K1	0.0000515	0.0000319	0.0000697	0.0000008	0.0000000	0.0000023
K2	0.0000463	0.0000698	0.0001049	0.0000000	0.0000010	0.0000018
K3	0.0000155	0.0000121	0.0000162	0.0000038	0.0000000	0.0000003
K4	0.0000015	0.0000001	0.0000035	0.0000101	0.0000000	0.0000007
K5	0.0000035	0.0000084	0.0000428	0.0000087	0.0000000	0.0000075
K6	0.0000015	0.0000000	0.0000199	0.0000095	0.0000079	0.0000079
K7	0.0000033	0.0000002	0.0000019	0.0000031	0.0000000	0.0000039
K8	0.0000034	0.0000023	0.0000171	0.0000055	0.0000000	0.0000183
K9	0.0000081	0.0000078	0.0000146	0.0000002	0.0000000	0.0000021
K10	0.0000354	0.0000103	0.0000334	0.0000242	0.0000000	0.0000029
K11	0.0000165	0.0000110	0.0000433	0.0000000	0.0000003	0.0000015
K12	0.0000082	0.0000000	0.0000075	0.0000152	0.0000028	0.0000111
K13	0.0000361	0.0000000	0.0000209	0.0000021	0.0000110	0.0000150
K14	0.0000187	0.0000017	0.0000094	0.0000000	0.0000102	0.0000318
K15	0.0000269	0.0000000	0.0000132	0.0000022	0.0000172	0.0000269
K16	0.0000111	0.0000000	0.0000094	0.0000124	0.0000102	0.0000124
K17	0.0000134	0.0000000	0.0000077	0.0000039	0.0000015	0.0000148
K18	0.0000113	0.0000000	0.0000089	0.0000000	0.0000011	0.0000241
K19	0.0000053	0.0000000	0.0000070	0.0000002	0.0000009	0.0000119
K20	0.0000193	0.0000000	0.0000098	0.0000132	0.0000209	0.0000339
K21	0.0000256	0.0000041	0.0000177	0.0000000	0.0000147	0.0000395

Tablo 5.23. İdeal Noktalardan Sapmalar

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
D_i^*	0.0085	0.0171	0.0056	0.0196	0.0197	0.0148
D_i^-	0.0190	0.0126	0.0219	0.0107	0.0100	0.0165

Tablo 5.24. Alternatiflerin İdeal Çözüme Yakınlık Değerleri

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
C_i^*	0.6908	0.4243	0.7949	0.3537	0.3362	0.5271

Tablo 5.25. TOPSIS (doğrulsal) Yöntemi İçin Alternatiflerin Performans Sıralamaları

	Hepsiburada	Gittigidiyor	N11	Markafoni	Trendyol	Morhipo
C_i^*	0.6908	0.4243	0.7949	0.3537	0.3362	0.5271
Sıralama	2	4	1	5	6	3

5.4.2. VIKOR Yöntemi ile Çözüm

Adım 1: 59 karar vericinin alternatifler ve kriterler adına değerlendirmesi sonucu oluşan değerler Eşitlik 3.2 ve Eşitlik 3.3'e göre tek bir değere indirgenir.

Adım 2: Kriterler ve alternatifler tek değere indirgendikten sonra karar matrisi (Tablo 5.11.) ve ağırlık matrisi (Tablo 5.9.) oluşturulur.

Adım 3: Karar matrisindeki alternatifler adına tüm kriter değerleri için Eşitlik 3.18'e göre en iyi (f_j^*) ve Eşitlik 3.19'e göre hesaplanan en kötü (f_j^-) değerleri Tablo 5.26.'da verilmiştir.

Tablo 5.26. VIKOR Karar Matrisi İçin En İyi ve En Kötü Değerler

	(f_j^*)	(f_j^-)
K1	5.8718	4.8929
K2	5.5897	4.5000
K3	5.4615	4.9286
K4	5.3750	4.9643
K5	5.2821	4.4286
K6	5.4359	4.8333
K7	5.7143	5.4643
K8	5.4286	4.8929
K9	5.7949	5.3214
K10	5.8163	5.0714
K11	5.6667	4.9375
K12	5.5625	5.1389
K13	5.7755	5.0000
K14	5.9286	5.1875
K15	5.5714	4.8611
K16	6.0000	5.6111
K17	6.1429	5.7222
K18	6.2143	5.6667
K19	5.7857	5.3889
K20	6.0000	5.3333
K21	5.8571	5.1250

Adım 4: Eşitlik 3.20'ye göre (S_i) ve Eşitlik 3.21'e göre (R_i) değerlerinin tüm alternatifler için hesaplama değerleri Tablo 5.27.'de verilmiştir.

Tablo 5.27. S_i ve R_i Değerleri

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	max	min
S_i	0.2561	0.7275	0.1893	0.5814	0.6947	0.3188	0.7275	0.1893
R_i	0.0291	0.0562	0.0242	0.0536	0.0501	0.0456	0.0562	0.0242

Adım 5: Eşitlik 3.22'ye göre (Q_i) değerlerinin tüm alternatifler için hesaplamaları aşağıda gösterilmiş ve hesaplanan bu değerler Tablo 5.28.'de verilmiştir. Hesaplama uzlaşık çözüm adına maksimum grup faydası ve minimum pişmanlığın eşit olarak değerlendirilmesini sağlayan $v = 0.5$ değeri kullanılmıştır.

$$Q_1 = (0.5 \cdot (0.2561 - 0.1893) / (0.7275 - 0.1893)) + (0.5 \cdot (0.0291 - 0.0242) / (0.0562 - 0.0242)) = 0.1386$$

$$Q_2 = (0.5 \cdot (0.7275 - 0.1893) / (0.7275 - 0.1893)) + (0.5 \cdot (0.0562 - 0.0242) / (0.0562 - 0.0242)) = 1.0000$$

$$Q_3 = (0.5 \cdot (0.1893 - 0.1893) / (0.7275 - 0.1893)) + (0.5 \cdot (0.0242 - 0.0242) / (0.0562 - 0.0242)) = 0.0000$$

$$Q_4 = (0.5 \cdot (0.5814 - 0.1893) / (0.7275 - 0.1893)) + (0.5 \cdot (0.0536 - 0.0242) / (0.0562 - 0.0242)) = 0.8245$$

$$Q_5 = (0.5 \cdot (0.6947 - 0.1893) / (0.7275 - 0.1893)) + (0.5 \cdot (0.0501 - 0.0242) / (0.0562 - 0.0242)) = 0.8740$$

$$Q_6 = (0.5 \cdot (0.3188 - 0.1893) / (0.7275 - 0.1893)) + (0.5 \cdot (0.0456 - 0.0242) / (0.0562 - 0.0242)) = 0.4555$$

Tablo 5.28. Alternatiflerin Performans Değerleri

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Q_i	0.1386	1.0000	0.0000	0.8245	0.8740	0.4555

Adım 6: Son olarak Q_i , S_i ve R_i değerlerine göre en düşük değerden en yüksek değere doğru yapılan sıralamada en düşük değeri alan alternatif en iyi performansa sahip olarak ortaya çıkmıştır. Sıralama Tablo 5.29.'da belirtilmiştir.

Tablo 5.29. VIKOR Alternatiflerin Performans Sıralamaları

	Hepsiburada	Gittigidiyor	N11	Markafoni	Trendyol	Morhipo
S_i	0.2561	0.7275	0.1893	0.5814	0.6947	0.3188
Sıralama	2	6	1	4	5	3
R_i	0.0291	0.0562	0.0242	0.0536	0.0501	0.0456
Sıralama	2	6	1	5	4	3
Q_i	0.1386	1.0000	0.0000	0.8245	0.8740	0.4555
Sıralama	2	6	1	4	5	3

Adım 7: Kabul edilebilir avantaj (C_1) ve kabul edilebilir istikrar (C_2) kümelerinin belirlenmesi aşağıda verilmiştir.

Uzlaşık çözüm koşullarının sağlanması için N11 alternatifi için kabul edilebilir avantaj koşulu $(Q'' - Q') \geq DQ$; $0.1386 - 0.0000 \geq 1/(6 - 1) \rightarrow (0.1386 \geq 0.2)$ sonucu ile ilk koşulu sağlamamıştır. N11 alternatifi $R_i(0.0242)$ ve $S_i(0.1893)$ sonuçları ile en iyi değere sahip olmakla beraber ikinci koşul olan kabul edilebilir istikrar koşulunu sağlamıştır. (C_1) koşulunun sağlanmaması durumunda yapılan hesaplamada uzlaşık çözüm kümesi $(Q'' - Q') < DQ$; $0.1386 - 0.0000 < 1/(6 - 1) \rightarrow (0.1386 < 0.2)$ sonucunda kabul edilebilir istikrar kümesi (C_2); N11 ve Hepsiburada olmuştur.

5.4.3. MOORA Yöntemi ile Çözüm

Oran Yöntemi

Adım 1: 59 karar vericinin alternatifler ve kriterler adına değerlendirmesi sonucu oluşan değerler Eşitlik 3.2 ve Eşitlik 3.3'e göre tek bir değere indirgenir.

Adım 2: Kriterler ve alternatifler tek değere indirgendikten sonra karar matrisi (Tablo 5.11.) ve ağırlık matrisi (Tablo 5.9.) oluşturulur.

Adım 3: Normalize karar matrisi (R) oluşturulur. Tablo 5.30.'da normalize karar matrisi belirtilmiştir.

Tablo 5.30. MOORA Normalize Karar Matrisi

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
K1	0.4361	0.4225	0.4466	0.3803	0.3721	0.3857
K2	0.4257	0.4391	0.4555	0.3667	0.3754	0.3783
K3	0.4245	0.4198	0.4255	0.4041	0.3840	0.3895
K4	0.4081	0.3983	0.4146	0.4282	0.3955	0.4040
K5	0.3971	0.4083	0.4488	0.4089	0.3763	0.4066
K6	0.3955	0.3823	0.4299	0.4152	0.4124	0.4124
K7	0.4135	0.4014	0.4096	0.4130	0.3968	0.4149
K8	0.4029	0.3998	0.4255	0.4080	0.3848	0.4269
K9	0.4167	0.4162	0.4257	0.3948	0.3909	0.4040
K10	0.4295	0.4041	0.4279	0.4200	0.3745	0.3903
K11	0.4202	0.4138	0.4420	0.3851	0.3900	0.3955
K12	0.4117	0.3883	0.4107	0.4203	0.4021	0.4156
K13	0.4351	0.3766	0.4211	0.3908	0.4089	0.4143
K14	0.4213	0.3925	0.4092	0.3797	0.4105	0.4340
K15	0.4279	0.3733	0.4116	0.3888	0.4169	0.4279
K16	0.4124	0.3870	0.4103	0.4138	0.4114	0.4138
K17	0.4187	0.3913	0.4121	0.4060	0.4005	0.4201
K18	0.4178	0.3919	0.4150	0.3934	0.4002	0.4298
K19	0.4137	0.3944	0.4166	0.3980	0.4025	0.4234
K20	0.4145	0.3788	0.4042	0.4083	0.4160	0.4261
K21	0.4206	0.3946	0.4134	0.3773	0.4101	0.4312

Normalizasyon Eşitlik 3.6'ya (vektör normalizasyonu) göre hesaplanmıştır. Örneğin K1 kriterinin A1 alternatifi için normalize değeri şöyle hesaplanmıştır.

Karar Matrisinden	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Toplam
x_{i1}	5.735	5.556	5.872	5.000	4.893	5.071	
x_{i1}^2	32.8867	30.8642	34.4780	25.0000	23.9401	25.7194	172.8883

$$r_{11} = \frac{5.7347}{\sqrt{172.8883}} = 0.4361$$

Adım 4: Oluşturulan normalize matrisin ağırlıklandırılması yapılır. Ağırlıklandırılmış matris Tablo 5.31.'de verilmiştir.

Tablo 5.31. Ağırlıklı Normalize Karar Matrisi

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	maks
K1	0.0218	0.0212	0.0224	0.0190	0.0186	0.0193	0.0224
K2	0.0224	0.0231	0.0239	0.0193	0.0197	0.0199	0.0239
K3	0.0175	0.0173	0.0176	0.0167	0.0158	0.0161	0.0176
K4	0.0169	0.0165	0.0172	0.0178	0.0164	0.0168	0.0178
K5	0.0161	0.0165	0.0182	0.0166	0.0152	0.0165	0.0182
K6	0.0159	0.0154	0.0173	0.0167	0.0166	0.0166	0.0173
K7	0.0186	0.0181	0.0184	0.0186	0.0179	0.0187	0.0187
K8	0.0175	0.0173	0.0185	0.0177	0.0167	0.0185	0.0185
K9	0.0195	0.0195	0.0199	0.0185	0.0183	0.0189	0.0199
K10	0.0200	0.0188	0.0199	0.0195	0.0174	0.0181	0.0200
K11	0.0215	0.0212	0.0226	0.0197	0.0199	0.0202	0.0226
K12	0.0211	0.0199	0.0211	0.0215	0.0206	0.0213	0.0215
K13	0.0195	0.0169	0.0188	0.0175	0.0183	0.0185	0.0195
K14	0.0190	0.0177	0.0185	0.0171	0.0185	0.0196	0.0196
K15	0.0174	0.0152	0.0167	0.0158	0.0170	0.0174	0.0174

Tablo 5.31.'in devamı Ağırlıklı Normalize Karar Matrisi

K16	0.0224	0.0210	0.0223	0.0225	0.0224	0.0225	0.0225
K17	0.0235	0.0220	0.0232	0.0228	0.0225	0.0236	0.0236
K18	0.0233	0.0219	0.0231	0.0219	0.0223	0.0240	0.0240
K19	0.0208	0.0198	0.0210	0.0200	0.0202	0.0213	0.0213
K20	0.0217	0.0198	0.0212	0.0214	0.0218	0.0223	0.0223
K21	0.0212	0.0199	0.0208	0.0190	0.0206	0.0217	0.0217
Toplam (y_i^*)	0.4176	0.3989	0.4225	0.3996	0.3969	0.4118	

Ağırlıklandırılmış matris Eşitlik 3.10'a göre hesaplanmıştır. Örneğin K1 kriterinin A1 alternatifi için ağırlıklandırılmış değeri şöyle hesaplanmıştır.

$$v_{11} = w_1 \cdot r_{11} = (0.0501) \cdot (0.4361) = 0.0218$$

Adım 5: Eşitlik 3.23'e göre maksimum amaçlardan minimum amaçların çıkarılması yapılır. Çalışmada kriterler açısından iyiyi seçme durumu amaçlandığı için maksimum değerler için hesaplama yapılmıştır. Bu nedenle Tablo 5.31.'deki toplam değerler y_i^* değerlerini ifade etmektedir.

Adım 6: Elde edilen y_i^* değerlerinin sıralanmasıyla oran yöntemine göre sıralama gerçekleştirilmiş olur. Sıralama Tablo 5.32.'de verilmiştir.

Tablo 5.32. Alternatiflerin MOORA Oran Performans Sıralamaları

	Hepsiburada	Gittigidiyor	N11	Markafoni	Trendyol	Morhipo
y_i^*	0.4176	0.3989	0.4225	0.3996	0.3969	0.4118
Sıralama	2	5	1	4	6	3

Referans Nokta Yaklaşımı

Referans nokta yaklaşımında oran yöntemine ek olarak ağırlıklandırılmış normalize matriste belirlenen maksimum veya minimum referans noktalarının her bir (r_{ij})'den olan uzaklıkları hesaplanır. Kriterler fayda amaçlı olduğundan Tablo 5.31.'de belirtilen maksimum noktalar ile hesaplama yapılmıştır.

Adım 1: Eşitlik 3.24'e göre Tablo 5.33.'de belirtilen maksimum referans noktalardan uzaklıklar hesaplanmış ve uzaklıkların en yüksek değeri tespit edilmiştir.

Tablo 5.33. Maksimum Referans Noktadan Uzaklıklar

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
K1	0.0005	0.0012	0.0000	0.0033	0.0037	0.0030
K2	0.0016	0.0009	0.0000	0.0047	0.0042	0.0041
K3	0.0000	0.0002	0.0000	0.0009	0.0017	0.0015
K4	0.0008	0.0012	0.0006	0.0000	0.0014	0.0010
K5	0.0021	0.0016	0.0000	0.0016	0.0029	0.0017

Tablo 5.33.'ün devamı Maksimum Referans Noktadan Uzaklıklar

K6	0.0014	0.0019	0.0000	0.0006	0.0007	0.0007
K7	0.0001	0.0006	0.0002	0.0001	0.0008	0.0000
K8	0.0010	0.0012	0.0001	0.0008	0.0018	0.0000
K9	0.0004	0.0004	0.0000	0.0014	0.0016	0.0010
K10	0.0000	0.0012	0.0001	0.0004	0.0026	0.0018
K11	0.0011	0.0014	0.0000	0.0029	0.0027	0.0024
K12	0.0004	0.0016	0.0005	0.0000	0.0009	0.0002
K13	0.0000	0.0026	0.0006	0.0020	0.0012	0.0009
K14	0.0006	0.0019	0.0011	0.0024	0.0011	0.0000
K15	0.0000	0.0022	0.0007	0.0016	0.0004	0.0000
K16	0.0001	0.0015	0.0002	0.0000	0.0001	0.0000
K17	0.0001	0.0016	0.0005	0.0008	0.0011	0.0000
K18	0.0007	0.0021	0.0008	0.0020	0.0017	0.0000
K19	0.0005	0.0015	0.0003	0.0013	0.0011	0.0000
K20	0.0006	0.0025	0.0011	0.0009	0.0005	0.0000
K21	0.0005	0.0018	0.0009	0.0027	0.0011	0.0000
$\max_j(r_j - r_{ij})$	0.0021	0.0026	0.0011	0.0047	0.0042	0.0041

Adım 2: Eşitlik 3.25'göre yapılan sıralama Tablo 5.34.'de belirtilmiştir.

Tablo 5.34. Alternatiflerin MOORA Referans Nokta Performans Sıralamaları

	Hepsiburada	Gittigidiyor	N11	Markafoni	Trendyol	Morhipo
$\min_i \left\{ \max_j (r_j - r_{ij}) \right\}$	0.0021	0.0026	0.0011	0.0047	0.0042	0.0041
Sıralama	2	3	1	6	5	4

Tam Çarpım Formu Yöntemi

Adım 1: Tam çarpım formu alternatiflerin genel faydasını ifade eder. Bu yöntemde, her bir alternatifin maksimizasyon amaçlı değerleri çarpılarak minimizasyon amaçlı değerlerin çarpımına bölünür. Eşitlik 3.28'göre hesaplanan tam çarpım değerlerinin sıralaması Tablo 5.35.'de belirtilmiştir. Burada tüm değerler maksimize amaçlı olduğundan formüldeki payda kısmı için bölüm işlemi oluşmamıştır. Çarpım değerleri Tablo 5.31.'deki ağırlıklı normalize karar matrisindeki değerlerin çarpılmasıyla elde edilmiştir.

Tablo 5.35. Alternatiflerin MOORA Tam Çarpım Performans Sıralamaları

	Hepsiburada	Gittigidiyor	N11	Markafoni	Trendyol	Morhipo
$\prod_{j=1}^g r_{ij}$	1.61E-36	6.14E-37	2.09E-36	7E-37	6E-37	1.2E-36
Sıralama	2	5	1	4	6	3

5.4.4. WASPAS Yöntemi ile Çözüm

Adım 1: 59 karar vericinin alternatifler ve kriterler adına değerlendirmesi sonucu oluşan değerler Eşitlik 3.2 ve Eşitlik 3.3'e göre tek bir değere indirgenir.

Adım 2: Kriterler ve alternatifler tek değere indirgendikten sonra karar matrisi (Tablo 5.11.) ve ağırlık matrisi (Tablo 5.9.) oluşturulur.

Adım 3: Normalize karar matrisi (R) oluşturulur. Tablo 5.36.'da normalize matris belirtilmiştir.

Tablo 5.36. WASPAS Normalize Karar Matrisi

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
K1	0.9767	0.9461	1.0000	0.8515	0.8333	0.8637
K2	0.9347	0.9641	1.0000	0.8050	0.8242	0.8306
K3	0.9977	0.9867	1.0000	0.9498	0.9024	0.9155
K4	0.9530	0.9302	0.9684	1.0000	0.9236	0.9435
K5	0.8848	0.9098	1.0000	0.9111	0.8384	0.9060
K6	0.9198	0.8892	1.0000	0.9658	0.9592	0.9592
K7	0.9964	0.9674	0.9872	0.9953	0.9563	1.0000
K8	0.9436	0.9364	0.9966	0.9556	0.9013	1.0000
K9	0.9791	0.9779	1.0000	0.9275	0.9183	0.9491
K10	1.0000	0.9408	0.9963	0.9779	0.8719	0.9088
K11	0.9508	0.9363	1.0000	0.8713	0.8824	0.8950
K12	0.9796	0.9238	0.9772	1.0000	0.9567	0.9888
K13	1.0000	0.8657	0.9678	0.8982	0.9399	0.9523
K14	0.9707	0.9043	0.9428	0.8750	0.9458	1.0000
K15	1.0000	0.8725	0.9619	0.9087	0.9744	1.0000
K16	0.9966	0.9352	0.9915	1.0000	0.9940	1.0000
K17	0.9967	0.9315	0.9809	0.9666	0.9535	1.0000
K18	0.9721	0.9119	0.9655	0.9152	0.9310	1.0000
K19	0.9771	0.9314	0.9839	0.9398	0.9506	1.0000
K20	0.9728	0.8889	0.9487	0.9583	0.9762	1.0000
K21	0.9756	0.9153	0.9587	0.8750	0.9512	1.0000

Normalizasyon Eşitlik 3.29'a göre hesaplanmıştır. Burada tüm kriterler fayda kriteri olduğundan hesaplama buna göre yapılmıştır. Örneğin K1 kriterinin A1 alternatifi için normalize değeri şöyle hesaplanmıştır.

Karar Matrisinden	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Maks (x_{i1})
x_{i1}	5.735	5.556	5.872	5.000	4.893	5.071	5.872

$$r_{11} = \frac{5.7347}{5.8718} = 0.9767$$

Adım 4: Ardından her bir alternatif adına kriterlerin göreceli ağırlıklandırma işlemi Ağırlıklı Toplam Modeli'ne (ATM) göre hesaplanmıştır. Eşitlik 3.31'e göre hesaplanan değerler Tablo 5.37.'de belirtilmiştir.

Tablo 5.37. Toplam Modeline Göre Ağırlıklandırma

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
K1	0.0489	0.0474	0.0501	0.0426	0.0417	0.0432
K2	0.0491	0.0506	0.0525	0.0423	0.0433	0.0436
K3	0.0412	0.0407	0.0413	0.0392	0.0372	0.0378
K4	0.0396	0.0386	0.0402	0.0415	0.0384	0.0392
K5	0.0358	0.0368	0.0405	0.0369	0.0340	0.0367
K6	0.0370	0.0357	0.0402	0.0388	0.0386	0.0386
K7	0.0448	0.0435	0.0444	0.0448	0.0430	0.0450
K8	0.0409	0.0406	0.0432	0.0414	0.0391	0.0434
K9	0.0458	0.0457	0.0468	0.0434	0.0429	0.0444
K10	0.0465	0.0437	0.0463	0.0455	0.0405	0.0422
K11	0.0486	0.0479	0.0511	0.0445	0.0451	0.0457
K12	0.0502	0.0474	0.0501	0.0513	0.0490	0.0507
K13	0.0447	0.0387	0.0433	0.0402	0.0421	0.0426
K14	0.0438	0.0408	0.0426	0.0395	0.0427	0.0451
K15	0.0407	0.0355	0.0391	0.0370	0.0396	0.0407
K16	0.0542	0.0508	0.0539	0.0544	0.0540	0.0544
K17	0.0560	0.0523	0.0551	0.0543	0.0536	0.0562
K18	0.0542	0.0509	0.0538	0.0510	0.0519	0.0558
K19	0.0492	0.0469	0.0495	0.0473	0.0478	0.0503
K20	0.0510	0.0466	0.0497	0.0502	0.0512	0.0524
K21	0.0491	0.0460	0.0482	0.0440	0.0479	0.0503
Toplam	0.9713	0.9274	0.9820	0.9301	0.9236	0.9583

Adım 5: Ardından her bir alternatif adına kriterlerin göreceli ağırlıklandırma işlemi Ağırlıklı Çarpım Modeli'ne (AÇM) göre hesaplanmıştır. Eşitlik 3.32.'ye göre hesaplanan değerler Tablo 5.38.'de belirtilmiştir.

Tablo 5.38. Çarpım Modeline Göre Ağırlıklandırma

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
K1	0.9988	0.9972	1.0000	0.9920	0.9909	0.9927
K2	0.9965	0.9981	1.0000	0.9887	0.9899	0.9903
K3	0.9999	0.9994	1.0000	0.9979	0.9958	0.9964
K4	0.9980	0.9970	0.9987	1.0000	0.9967	0.9976
K5	0.9951	0.9962	1.0000	0.9962	0.9929	0.9960
K6	0.9966	0.9953	1.0000	0.9986	0.9983	0.9983
K7	0.9998	0.9985	0.9994	0.9998	0.9980	1.0000
K8	0.9975	0.9972	0.9999	0.9980	0.9955	1.0000
K9	0.9990	0.9990	1.0000	0.9965	0.9960	0.9976
K10	1.0000	0.9972	0.9998	0.9990	0.9936	0.9956
K11	0.9974	0.9966	1.0000	0.9930	0.9936	0.9943
K12	0.9989	0.9959	0.9988	1.0000	0.9977	0.9994
K13	1.0000	0.9936	0.9985	0.9952	0.9972	0.9978

Tablo 5.38.'in devamı Çarpım Modeline Göre Ağırlıklandırma

K14	0.9987	0.9955	0.9973	0.9940	0.9975	1.0000
K15	1.0000	0.9945	0.9984	0.9961	0.9989	1.0000
K16	0.9998	0.9964	0.9995	1.0000	0.9997	1.0000
K17	0.9998	0.9960	0.9989	0.9981	0.9973	1.0000
K18	0.9984	0.9949	0.9980	0.9951	0.9960	1.0000
K19	0.9988	0.9964	0.9992	0.9969	0.9975	1.0000
K20	0.9986	0.9938	0.9972	0.9978	0.9987	1.0000
K21	0.9988	0.9956	0.9979	0.9933	0.9975	1.0000
Çarpım	0.9708	0.9268	0.9818	0.9285	0.9223	0.9568

Adım 6: Her bir alternatifin birleşik optimal değeri hesaplanmıştır. Eşitlik 3.33'e göre hesaplanan K_i değerleri Tablo 5.39.'da belirtilmiştir. λ birleşik optimizasyon katsayısı 0.5 olarak alınmıştır.

Tablo 5.39. Alternatiflerin K_i Performans Değerleri

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
ATM	0.970837	0.926848	0.981849	0.928521	0.922342	0.956817
AÇM	0.971258	0.927353	0.98202	0.930128	0.923629	0.958299
K_i	0.971047	0.9271	0.981934	0.929324	0.922986	0.957558

Adım 7: K_i değerlerine göre yapılan sıralama için skor değeri açısından en yüksek olan alternatif en iyi alternatif olarak ortaya çıkmıştır. Tablo 5.40.'da sıralama belirtilmiştir.

Tablo 5.40. WASPAS Alternatiflerin Performans Sıralaması

	Hepsiburada	Gittigidiyor	N11	Markafoni	Trendyol	Morhipo
K_i	0.971047	0.9271	0.981934	0.929324	0.922986	0.957558
Sıralama	2	5	1	4	6	3

5.5. PROBLEMİN BULANIK ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMLERİ İLE ÇÖZÜMÜ

Problemin bulanık çok kriterli karar verme yöntemleri ile çözüm aşamasında öncelikle Ek-2 ve Ek-3'de belirtilen karar vericilerin ana kriterler ve alt kriterler için dilsel değişkenler yardımıyla verdikleri değerler, üçgen bulanık sayılara $\{\tilde{x}(x^a, x^b, x^c)\}$ dönüştürülmüştür. Dilsel değişkenlerin üçgen bulanık sayılara dönüşümünden sonra kriter ağırlıklandırılması yapılmıştır. Daha sonra Ek-4'de belirtilen alternatifler için değerlendirme verileri üçgen bulanık sayılara dönüştürülmüş ve karar matrisi oluşturulmuştur.

Kriterlerin bulanık ağırlıklarının belirlenmesi

Karar vericilerin ana kriterler için Ek-2’ de belirtilen değerlendirme verilerinin Tablo 3.4.’e göre üçgen bulanık sayılara dönüştürülmüş hali için ilk beş ve son beş değerlendirici adına oluşan değerler Tablo 5.41.’de verilmiştir.

Tablo 5. 41. Ana Kriterler İçin Bulanık Önem Değerleri

	AK1	AK2	AK3	AK4	AK5	AK6	AK7
KV1	(0.7,0.9,1.0)	(0.3,0.5,0.7)	(0.9,1.0,1.0)	(0.7,0.9,1.0)	(0.3,0.5,0.7)	(0.9,1.0,1.0)	(0.9,1.0,1.0)
KV2	(0.7,0.9,1.0)	(0.9,1.0,1.0)	(0.3,0.5,0.7)	(0.7,0.9,1.0)	(0.7,0.9,1.0)	(0.9,1.0,1.0)	(0.9,1.0,1.0)
KV3	(0.3,0.5,0.7)	(0.1,0.3,0.5)	(0.0,0.1,0.3)	(0.9,1.0,1.0)	(0.0,0.0,0.1)	(0.5,0.7,0.9)	(0.7,0.9,1.0)
KV4	(0.7,0.9,1.0)	(0.3,0.5,0.7)	(0.5,0.7,0.9)	(0.9,1.0,1.0)	(0.7,0.9,1.0)	(0.9,1.0,1.0)	(0.3,0.5,0.7)
KV5	(0.7,0.9,1.0)	(0.7,0.9,1.0)	(0.7,0.9,1.0)	(0.7,0.9,1.0)	(0.7,0.9,1.0)	(0.9,1.0,1.0)	(0.9,1.0,1.0)
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
KV55	(0.7,0.9,1.0)	(0.7,0.9,1.0)	(0.9,1.0,1.0)	(0.9,1.0,1.0)	(0.5,0.7,0.9)	(0.9,1.0,1.0)	(0.7,0.9,1.0)
KV56	(0.9,1.0,1.0)	(0.7,0.9,1.0)	(0.7,0.9,1.0)	(0.7,0.9,1.0)	(0.5,0.7,0.9)	(0.9,1.0,1.0)	(0.9,1.0,1.0)
KV57	(0.9,1.0,1.0)	(0.0,0.0,0.1)	(0.9,1.0,1.0)	(0.9,1.0,1.0)	(0.9,1.0,1.0)	(0.9,1.0,1.0)	(0.9,1.0,1.0)
KV58	(0.7,0.9,1.0)	(0.5,0.7,0.9)	(0.7,0.9,1.0)	(0.7,0.9,1.0)	(0.3,0.5,0.7)	(0.9,1.0,1.0)	(0.5,0.7,0.9)
KV59	(0.3,0.5,0.7)	(0.3,0.5,0.7)	(0.3,0.5,0.7)	(0.7,0.9,1.0)	(0.5,0.7,0.9)	(0.7,0.9,1.0)	(0.5,0.7,0.9)

Tablo 5.41.’de sütunlar ana kriterleri, satırlar ise karar vericileri temsil etmektedir. Ana kriterler için Eşitlik 3.36’ya göre hesaplanan tek değere indirgenmiş bulanık ortalama önem ağırlıkları Tablo 5.42.’de verilmiştir.

Tablo 5.42. Ana Kriterlerin Bulanık Önem Ağırlıkları

Ana Kriterler	Bulanık Önem Ağırlıkları
Dağıtım	(0.67, 0.84, 0.95)
Kampanya	(0.51, 0.69, 0.83)
Ödeme	(0.61, 0.78, 0.89)
Ürün Durumu	(0.71, 0.88, 0.96)
Site Performansı	(0.57, 0.75, 0.88)
Güvenlik/Güvenilirlik/Gizlilik	(0.86, 0.97, 0.99)
Müşteri Hizmetleri	(0.75, 0.89, 0.96)

Hesaplama sonucuna göre güvenlik/güvenilirlik/gizlilik ana kriteri önem ağırlıklarına göre en üst sırada çıkarken kampanya ana kriteri en alt sırada çıkmıştır.

Ana kriterlerin ağırlıkları hesaplanırken karar vericilerin bulanık sayılara dönüştürülen değerlendirme verileri her bir ana kriter için toplanmış ve karar verici sayısına bölünmüştür. Örneğin dağıtım ana kriteri için ağırlık değeri Tablo 5.41.'deki verilere göre aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$\tilde{w}_{Dağıtım} = \frac{(\tilde{KV}_1 + \tilde{KV}_2 + \dots + \tilde{KV}_{58} + \tilde{KV}_{59})}{KV} = \frac{((0.7,0.9,1.0) + (0.7,0.9,1.0) + \dots + (0.7,0.9,1.0) + (0.3,0.5,0.7))}{59} = (0.67, 0.84, 0.95)$$

İki üçgen bulanık sayının ortalama değeri aşağıdaki hesaplanır.

$$(\tilde{KV}_{58} + \tilde{KV}_{59})_{ort} = \frac{1}{2} [(0.7,0.9,1.0) + (0.3,0.5,0.7)]$$

$$(\tilde{KV}_{58} + \tilde{KV}_{59})_{ort} = \frac{1}{2} [(0.10,0.14,1.7)]$$

$$(\tilde{KV}_{58} + \tilde{KV}_{59})_{ort} = (0.50,0.70,0.85) \text{ üçgen bulanık sayısı elde edilir.}$$

Karar vericilerin alt kriterler için Ek-3'de belirtilen değerlendirme verilerinin Tablo 3.4.'e göre üçgen bulanık sayılara dönüştürülmüş hali için ilk üç ve son üç değerlendirici adına Tablo 5.43.'de verilmiştir.

Tablo 5.43. Alt Kriterler İçin Bulanık Önem Değerleri

	KV1	KV2	KV3	...	KV57	KV58	KV59
K1	(0.7,0.9,1.0)	(0.5,0.7,0.9)	(0.7,0.9,1.0)	...	(0.9,1.0,1.0)	(0.7,0.9,1.0)	(0.5,0.7,0.9)
K2	(0.9,1.0,1.0)	(0.7,0.9,1.0)	(0.5,0.7,0.9)	...	(0.9,1.0,1.0)	(0.7,0.9,1.0)	(0.5,0.7,0.9)
K3	(0.3,0.5,0.7)	(0.3,0.5,0.7)	(0.3,0.5,0.7)	...	(0.3,0.5,0.7)	(0.3,0.5,0.7)	(0.3,0.5,0.7)
K4	(0.3,0.5,0.7)	(0.3,0.5,0.7)	(0.5,0.7,0.9)	...	(0.3,0.5,0.7)	(0.3,0.5,0.7)	(0.1,0.3,0.5)
K5	(0.3,0.5,0.7)	(0.7,0.9,1.0)	(0.3,0.5,0.7)	...	(0.3,0.5,0.7)	(0.5,0.7,0.9)	(0.1,0.3,0.5)
K6	(0.3,0.5,0.7)	(0.5,0.7,0.9)	(0.3,0.5,0.7)	...	(0.3,0.5,0.7)	(0.3,0.5,0.7)	(0.0,0.1,0.3)
K7	(0.3,0.5,0.7)	(0.3,0.5,0.7)	(0.5,0.7,0.9)	...	(0.9,1.0,1.0)	(0.5,0.7,0.9)	(0.0,0.1,0.3)
K8	(0.3,0.5,0.7)	(0.7,0.9,1.0)	(0.3,0.5,0.7)	...	(0.3,0.5,0.7)	(0.3,0.5,0.7)	(0.0,0.1,0.3)
K9	(0.3,0.5,0.7)	(0.3,0.5,0.7)	(0.5,0.7,0.9)	...	(0.3,0.5,0.7)	(0.3,0.5,0.7)	(0.1,0.3,0.5)
K10	(0.7,0.9,1.0)	(0.5,0.7,0.9)	(0.9,1.0,1.0)	...	(0.3,0.5,0.7)	(0.7,0.9,1.0)	(0.5,0.7,0.9)
K11	(0.9,1.0,1.0)	(0.7,0.9,1.0)	(0.9,1.0,1.0)	...	(0.3,0.5,0.7)	(0.9,1.0,1.0)	(0.7,0.9,1.0)
K12	(0.7,0.9,1.0)	(0.7,0.9,1.0)	(0.9,1.0,1.0)	...	(0.9,1.0,1.0)	(0.7,0.9,1.0)	(0.7,0.9,1.0)
K13	(0.3,0.5,0.7)	(0.7,0.9,1.0)	(0.3,0.5,0.7)	...	(0.9,1.0,1.0)	(0.3,0.5,0.7)	(0.5,0.7,0.9)
K14	(0.3,0.5,0.7)	(0.7,0.9,1.0)	(0.3,0.5,0.7)	...	(0.9,1.0,1.0)	(0.5,0.7,0.9)	(0.5,0.7,0.9)
K15	(0.3,0.5,0.7)	(0.5,0.7,0.9)	(0.3,0.5,0.7)	...	(0.9,1.0,1.0)	(0.3,0.5,0.7)	(0.3,0.5,0.7)
K16	(0.9,1.0,1.0)	(0.9,1.0,1.0)	(0.7,0.9,1.0)	...	(0.9,1.0,1.0)	(0.9,1.0,1.0)	(0.3,0.5,0.7)
K17	(0.9,1.0,1.0)	(0.9,1.0,1.0)	(0.9,1.0,1.0)	...	(0.9,1.0,1.0)	(0.9,1.0,1.0)	(0.5,0.7,0.9)
K18	(0.9,1.0,1.0)	(0.9,1.0,1.0)	(0.9,1.0,1.0)	...	(0.9,1.0,1.0)	(0.9,1.0,1.0)	(0.5,0.7,0.9)
K19	(0.9,1.0,1.0)	(0.9,1.0,1.0)	(0.7,0.9,1.0)	...	(0.7,0.9,1.0)	(0.5,0.7,0.9)	(0.5,0.7,0.9)
K20	(0.9,1.0,1.0)	(0.9,1.0,1.0)	(0.9,1.0,1.0)	...	(0.9,1.0,1.0)	(0.7,0.9,1.0)	(0.5,0.7,0.9)
K21	(0.9,1.0,1.0)	(0.9,1.0,1.0)	(0.7,0.9,1.0)	...	(0.9,1.0,1.0)	(0.3,0.5,0.7)	(0.5,0.7,0.9)

Tablo 5.43.'de sütunlar karar vericileri, satırlar ise alt kriterleri temsil etmektedir. Alt kriterler için Eşitlik 3.36'ya göre hesaplanan tek değere indirgenmiş ortalama önem ağırlıkları Tablo 5.44.'de verilmiştir.

Tablo 5.44. Ana Kriterlerin Bulanık Önem Ağırlıkları

Ana Kriterler	Alt Kriter	Bulanık Önem Ağırlıkları
Dağıtım	teslimat süresi	(0.68,0.85,0.95)
	kargo ücreti	(0.73,0.89,0.97)
	nakliye seçenekleri	(0.47,0.66,0.83)
Kampanya	kampanya geçerlilik süresi	(0.46,0.65,0.81)
	indirim çekleri	(0.44,0.63,0.78)
	güncel kampanya sayısı	(0.43,0.62,0.78)
Ödeme	anlaşmalı kredi kartı sayısı	(0.55,0.72,0.84)
	ödeme şekilleri promosyonu	(0.51,0.68,0.82)
	ödeme seçenekleri	(0.58,0.76,0.88)
Ürün Durumu	ürün çeşitliliği ve stok durumu	(0.66,0.83,0.94)
	fiyat	(0.77,0.91,0.97)
	ürün bilgisi	(0.77,0.93,0.99)
Site Performansı	web sitesi performansı / kalitesi	(0.62,0.79,0.91)
	web sitesi kullanılabilirliği	(0.63,0.81,0.92)
	tasarım	(0.52,0.71,0.85)
Güvenlik/ Güvenirlilik/ Gizlilik	gizlilik	(0.82,0.94,0.97)
	ödeme güvenliği	(0.86,0.97,0.99)
	güvenirlilik	(0.85,0.97,0.99)
Müşteri Hizmetleri	müşteri hizmetleri performansı	(0.72,0.87,0.95)
	sipariş iptali kolaylığı	(0.77,0.91,0.97)
	destek	(0.72,0.87,0.95)

Alt kriterlerin ağırlıkları hesaplanırken karar vericilerin bulanık sayılara dönüştürülen değerlendirme verileri her bir alt kriter için toplanmış ve karar verici sayısına bölünmüştür. Örneğin teslimat süresi alt kriteri için ağırlık değeri Tablo 5.43.'deki verilere göre aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$\tilde{w}_{\text{Teslimat Süresi}} = \frac{(\tilde{K}V_1 + \tilde{K}V_2 + \dots + \tilde{K}V_{58} + \tilde{K}V_{59})}{KV} =$$

$$\frac{((0.7,0.9,1.0) + (0.5,0.7,0.9) + \dots + (0.7,0.9,1.0) + (0.5,0.7,0.9))}{59} = (0.68,0.85,0.95)$$

Tüm kriterler için bütünleştirilmiş ağırlık değerleri Tablo 5.45.'de verilmiştir. Bu değerler ana kriter önem ağırlıkları ile alt kriter önem ağırlıklarının Eşitlik 2.25'e göre çarpılmasıyla elde edilmiştir. Örneğin teslimat süresi, kargo ücreti ve nakliye seçenekleri için bütünleşmiş önem ağırlık değerleri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

Dağıtım		Teslimat Süresi		Bütünleşmiş Ağırlık
(0.67, 0.84, 0.95)	x	(0.68,0.85,0.95)	=	(0.46,0.72,0.90)
Dağıtım		Kargo Ücreti		Bütünleşmiş Ağırlık
(0.67, 0.84, 0.95)	x	(0.73,0.89,0.97)	=	(0.49,0.76,0.92)
Dağıtım		Nakliye Seçenekleri		Bütünleşmiş Ağırlık
(0.67, 0.84, 0.95)	x	(0.47,0.66,0.83)	=	(0.32,0.56,0.78)

Tablo 5.45. Kriterlerin Bütünleşmiş Önem Ağırlığı

Kriterler	Önem Ağırlıkları
Teslimat Süresi	(0.46,0.72,0.90)
Kargo Ücreti	(0.49,0.76,0.92)
Nakliye Seçenekleri	(0.32,0.56,0.78)
Kampanya Geçerlilik Süresi	(0.23,0.45,0.67)
İndirim Çekleri	(0.22,0.43,0.65)
Güncel Kampanya Sayısı	(0.22,0.42,0.65)
Anlaşmalı Kredi Kartı Sayısı	(0.33,0.56,0.75)
Ödeme Şekilleri Promosyonu	(0.31,0.53,0.73)
Ödeme Seçenekleri	(0.35,0.59,0.79)
Ürün Çeşitliliği ve Stok Durumu	(0.47,0.73,0.90)
Fiyat	(0.55,0.80,0.93)
Ürün Bilgisi	(0.55,0.81,0.95)
Web Sitesi Performansı / Kalitesi	(0.35,0.60,0.80)
Web Sitesi Kullanılabilirliği	(0.36,0.61,0.81)
Tasarım	(0.30,0.53,0.75)
Gizlilik	(0.70,0.91,0.96)
Ödeme Güvenliği	(0.74,0.95,0.98)
Güvenirlilik	(0.73,0.94,0.98)
Müşteri Hizmetleri Performansı	(0.54,0.78,0.91)
Sipariş İptali Kolaylığı	(0.57,0.82,0.93)
Destek	(0.54,0.78,0.91)

Hesaplama sonucuna göre güvenlik/güvenilirlik/gizlilik ana kriteri altında bulunan ödeme güvenliği alt kriteri önem ağırlıklarına göre en yüksek değerde çıkarken kampanya ana kriterine ait güncel kampanya sayısı alt kriteri en düşük değerde çıkmıştır.

Bulanık karar matrisinin oluşturulması

Karar vericilerin alternatifler için Ek-4'de belirtilen değerlendirme verilerinin Tablo 3.5.'e göre üçgen bulanık sayılara dönüştürülmüş hali için KV_{18} ve KV_{54} örneği

Tablo 5.46.'da belirtilmiştir. Burada tüm alternatifler için ortak deneyime sahip ilk sıradaki değerlendirici KV_{18} ve son sıradaki değerlendirici KV_{54} 'tür.

Tablo 5.46. Alternatifler İçin Bulanık Önem Değerleri

	KV ₁₈					
	A1	A2	A3	A4	A5	A6
K1	(7, 9, 10)	(0, 1, 3)	(9, 10, 10)	(7, 9, 10)	(9, 10, 10)	(7, 9, 10)
K2	(9, 10, 10)	(3, 5, 7)	(9, 10, 10)	(3, 5, 7)	(5, 7, 9)	(3, 5, 7)
K3	(7, 9, 10)	(3, 5, 7)	(7, 9, 10)	(5, 7, 9)	(7, 9, 10)	(5, 7, 9)
K4	(7, 9, 10)	(3, 5, 7)	(7, 9, 10)	(3, 5, 7)	(3, 5, 7)	(3, 5, 7)
K5	(7, 9, 10)	(5, 7, 9)	(7, 9, 10)	(5, 7, 9)	(5, 7, 9)	(5, 7, 9)
K6	(9, 10, 10)	(5, 7, 9)	(9, 10, 10)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)
K7	(9, 10, 10)	(1, 3, 5)	(7, 9, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)
K8	(3, 5, 7)	(3, 5, 7)	(3, 5, 7)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)
K9	(9, 10, 10)	(5, 7, 9)	(9, 10, 10)	(7, 9, 10)	(9, 10, 10)	(5, 7, 9)
K10	(9, 10, 10)	(3, 5, 7)	(7, 9, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(7, 9, 10)
K11	(5, 7, 9)	(3, 5, 7)	(9, 10, 10)	(3, 5, 7)	(7, 9, 10)	(3, 5, 7)
K12	(7, 9, 10)	(3, 5, 7)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)
K13	(9, 10, 10)	(5, 7, 9)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)
K14	(7, 9, 10)	(3, 5, 7)	(7, 9, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)
K15	(7, 9, 10)	(3, 5, 7)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)
K16	(9, 10, 10)	(0, 0, 1)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)
K17	(9, 10, 10)	(0, 0, 1)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)
K18	(7, 9, 10)	(0, 0, 1)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)
K19	(7, 9, 10)	(1, 3, 5)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)
K20	(9, 10, 10)	(3, 5, 7)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(7, 9, 10)
K21	(7, 9, 10)	(0, 1, 3)	(9, 10, 10)	(1, 3, 5)	(3, 5, 7)	(5, 7, 9)

Tablo 5.46.'nın devamı. Alternatifler İçin Bulanık Önem Değerleri

	KV ₅₄					
	A1	A2	A3	A4	A5	A6
K1	(7, 9, 10)	(5, 7, 9)	(7, 9, 10)	(5, 7, 9)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)
K2	(5, 7, 9)	(5, 7, 9)	(5, 7, 9)	(5, 7, 9)	(5, 7, 9)	(5, 7, 9)
K3	(7, 9, 10)	(3, 5, 7)	(7, 9, 10)	(5, 7, 9)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)
K4	(5, 7, 9)	(1, 3, 5)	(5, 7, 9)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)	(9, 10, 10)
K5	(3, 5, 7)	(3, 5, 7)	(5, 7, 9)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)	(5, 7, 9)
K6	(0, 1, 3)	(1, 3, 5)	(5, 7, 9)	(7, 9, 10)	(9, 10, 10)	(7, 9, 10)
K7	(7, 9, 10)	(5, 7, 9)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)
K8	(5, 7, 9)	(5, 7, 9)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)	(5, 7, 9)
K9	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)
K10	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)	(5, 7, 9)	(5, 7, 9)	(5, 7, 9)	(5, 7, 9)
K11	(3, 5, 7)	(7, 9, 10)	(5, 7, 9)	(5, 7, 9)	(5, 7, 9)	(5, 7, 9)
K12	(5, 7, 9)	(3, 5, 7)	(5, 7, 9)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)
K13	(7, 9, 10)	(3, 5, 7)	(5, 7, 9)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)
K14	(5, 7, 9)	(1, 3, 5)	(5, 7, 9)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)
K15	(5, 7, 9)	(5, 7, 9)	(3, 5, 7)	(9, 10, 10)	(9, 10, 10)	(7, 9, 10)
K16	(7, 9, 10)	(5, 7, 9)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)
K17	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)
K18	(7, 9, 10)	(5, 7, 9)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)
K19	(5, 7, 9)	(5, 7, 9)	(5, 7, 9)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)	(5, 7, 9)
K20	(5, 7, 9)	(5, 7, 9)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)
K21	(5, 7, 9)	(3, 5, 7)	(5, 7, 9)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)	(7, 9, 10)

Eşitlik 3.35'e göre hesaplanan karar matrisi Tablo 5.47.'de belirtilmiştir.

Tablo 5.47. Bulanık Karar Matrisi

	A1			A2			A3			A4			A5			A6		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
K1	6.49	8.35	9.45	6.14	8.00	9.25	6.74	8.51	9.54	5.06	7.00	8.50	4.93	6.68	8.07	5.21	7.14	8.71
K2	5.51	7.35	8.73	5.78	7.67	9.03	6.21	7.95	9.10	4.00	6.00	7.88	4.36	6.21	7.79	4.43	6.29	8.00
K3	5.94	7.82	9.12	5.78	7.69	9.03	5.92	7.85	9.23	5.38	7.38	8.88	5.00	6.86	8.32	5.07	7.00	8.64
K4	5.29	7.20	8.69	5.03	7.00	8.64	5.44	7.31	8.79	5.75	7.56	8.88	5.07	6.93	8.50	5.14	7.00	8.57
K5	4.39	6.35	8.06	4.61	6.61	8.33	5.59	7.33	8.67	4.69	6.63	8.38	4.04	5.86	7.57	4.57	6.57	8.43
K6	5.04	6.84	8.31	4.69	6.61	8.25	5.87	7.74	9.13	5.50	7.44	8.94	5.54	7.32	8.68	5.43	7.36	8.79
K7	6.43	8.16	9.31	6.06	7.92	9.19	6.28	8.10	9.31	6.38	8.19	9.38	6.04	7.86	9.07	6.43	8.29	9.50
K8	5.27	7.16	8.71	5.17	7.06	8.61	5.82	7.69	9.05	5.38	7.38	9.06	4.89	6.79	8.29	5.86	7.79	9.29
K9	6.37	8.20	9.31	6.33	8.25	9.44	6.59	8.38	9.44	5.81	7.75	9.06	5.75	7.57	8.79	6.00	8.00	9.43
K10	6.65	8.39	9.39	5.97	7.72	8.92	6.69	8.36	9.31	6.38	8.13	9.31	5.25	7.04	8.46	5.57	7.50	8.93
K11	5.78	7.65	9.08	5.69	7.56	8.86	6.33	8.15	9.31	4.88	6.81	8.44	5.21	6.96	8.32	5.21	7.00	8.43
K12	5.96	7.78	8.98	5.31	7.19	8.61	5.97	7.77	8.97	6.13	7.94	9.13	5.82	7.50	8.71	6.00	7.93	9.21
K13	6.55	8.31	9.33	5.14	6.92	8.39	6.18	8.05	9.33	5.44	7.25	8.69	5.96	7.82	9.11	6.21	8.00	9.14
K14	6.53	8.27	9.31	5.78	7.53	8.81	6.18	8.00	9.21	5.44	7.31	8.81	6.32	8.14	9.29	6.86	8.71	9.79
K15	6.14	7.96	9.10	4.81	6.64	8.22	5.74	7.62	9.03	5.13	7.06	8.63	5.96	7.82	9.18	6.14	8.14	9.50
K16	6.96	8.61	9.47	6.31	8.00	9.11	6.90	8.54	9.46	7.00	8.63	9.56	7.04	8.54	9.32	7.00	8.64	9.50
K17	7.24	8.84	9.61	6.53	8.19	9.22	7.05	8.67	9.49	6.88	8.56	9.56	6.82	8.39	9.25	7.29	8.86	9.57
K18	7.08	8.73	9.59	6.42	8.08	9.17	7.00	8.67	9.56	6.44	8.13	9.13	6.71	8.32	9.18	7.43	9.00	9.71
K19	6.31	8.14	9.35	5.81	7.64	8.94	6.41	8.21	9.33	5.88	7.88	9.31	6.14	7.93	9.07	6.57	8.36	9.50
K20	6.69	8.41	9.41	5.75	7.53	8.83	6.41	8.21	9.33	6.50	8.25	9.38	6.86	8.36	9.14	7.00	8.64	9.50
K21	6.43	8.18	9.29	5.78	7.58	8.94	6.26	8.05	9.28	5.25	7.25	8.88	6.25	8.00	9.14	6.71	8.50	9.64

Bulanık karar matrisi her alternatifin tüm kriterlere göre karar vericilerin yapmış olduğu değerlendirmelerin ortalaması alınarak elde edilmiştir. Ek-4 verilerinin üçgen bulanık hale dönüşmüş değerleriyle yapılan hesaplamalar aşağıda belirtilmiştir.

Alternatif 1'in 1. kriteri için;

$$\tilde{x}_{11} = \frac{1}{KV_{A1}} [\tilde{KV}_1 + \tilde{KV}_2 + \dots + \tilde{KV}_{57} + \tilde{KV}_{59}]$$

$$\tilde{x}_{11} = \frac{1}{49} [(7, 9, 10) + (9, 10, 10) + \dots + (7, 9, 10) + (5, 7, 9)] = (6.49, 8.35, 9.45)$$

Alternatif 2'nin 1. kriteri için;

$$\tilde{x}_{21} = \frac{1}{KV_{A2}} [\tilde{KV}_1 + \tilde{KV}_2 + \dots + \tilde{KV}_{56} + \tilde{KV}_{57}]$$

$$\tilde{x}_{21} = \frac{1}{36} [(7, 9, 10) + (7, 9, 10) + \dots + (7, 9, 10) + (3, 5, 7)] = (6.14, 8.00, 9.25)$$

Alternatif 6'nın 9. kriteri için;

$$\tilde{x}_{69} = \frac{1}{KV_{A6}} [\tilde{KV}_5 + \tilde{KV}_{18} + \dots + \tilde{KV}_{54} + \tilde{KV}_{58}]$$

$$\tilde{x}_{69} = \frac{1}{36} [(5, 7, 9) + (5, 7, 9) + \dots + (7, 9, 10) + (7, 9, 10)] = (6.00, 8.00, 9.43)$$

Burada tüm alternatifleri tüm değerlendiriciler değerlendirmediklerinden dolayı hesaplamalar buna göre yapılmıştır. Örneğin alternatif 1'in 1. kriteri için 58. değerlendirici deneyim sahibi değildir. Aynı şekilde alternatif 6'nın 9. kriteri için ilk 4 değerlendirici deneyim sahibi değildir.

5.5.1. Bulanık TOPSIS Yöntemi ile Çözüm

Bulanık Vektör Normalizasyonu ile Çözüm

Adım 1: 59 karar vericinin alternatifler ve kriterler adına değerlendirmesi sonucu oluşan değerler Eşitlik 3.35 ve Eşitlik 3.36 ile tek bir değere indirgenmiştir.

Adım 2: Kriterler ve alternatifler tek değere indirgindikten sonra bulanık karar matrisi (Tablo 5.47.) ve bulanık ağırlık matrisi (Tablo 5.45.) oluşturulmuştur.

Adım 3: Eşitlik 3.47'ye göre bulanık normalize vektör karar matrisi (R) oluşturulmuştur. Tablo 5.48.'de vektör normalizasyon matrisi verilmiştir.

Tablo 5.48. TOPSIS Bulanık Normalize Vektör Matrisi

	A1			A2			A3			A4			A5			A6		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
K1	0.30	0.45	0.66	0.28	0.43	0.65	0.31	0.46	0.67	0.23	0.37	0.60	0.23	0.36	0.57	0.24	0.38	0.61
K2	0.27	0.43	0.70	0.28	0.45	0.72	0.30	0.47	0.73	0.19	0.35	0.63	0.21	0.37	0.62	0.21	0.37	0.64
K3	0.27	0.43	0.67	0.27	0.42	0.67	0.27	0.43	0.68	0.25	0.41	0.66	0.23	0.38	0.62	0.23	0.38	0.64
K4	0.25	0.41	0.67	0.24	0.40	0.67	0.26	0.42	0.68	0.27	0.43	0.69	0.24	0.39	0.66	0.24	0.40	0.66
K5	0.22	0.39	0.71	0.23	0.41	0.73	0.28	0.46	0.76	0.23	0.41	0.73	0.20	0.36	0.66	0.23	0.41	0.74
K6	0.24	0.39	0.63	0.22	0.37	0.63	0.28	0.44	0.70	0.26	0.42	0.68	0.26	0.41	0.66	0.26	0.42	0.67
K7	0.28	0.41	0.61	0.27	0.40	0.60	0.28	0.41	0.61	0.28	0.41	0.61	0.27	0.40	0.59	0.28	0.42	0.62
K8	0.24	0.40	0.66	0.24	0.39	0.65	0.27	0.43	0.68	0.25	0.41	0.68	0.23	0.38	0.63	0.27	0.43	0.70

Tablo 5.48.'in devamı TOPSIS Bulanık Normalize Vektör Matrisi

	A1			A2			A3			A4			A5			A6		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
K9	0.28	0.42	0.62	0.28	0.42	0.63	0.29	0.43	0.63	0.26	0.39	0.60	0.25	0.39	0.58	0.27	0.41	0.63
K10	0.30	0.44	0.63	0.27	0.40	0.60	0.30	0.43	0.62	0.29	0.42	0.62	0.24	0.37	0.57	0.25	0.39	0.60
K11	0.27	0.42	0.67	0.27	0.42	0.65	0.30	0.45	0.69	0.23	0.38	0.62	0.24	0.39	0.61	0.24	0.39	0.62
K12	0.27	0.41	0.62	0.24	0.38	0.60	0.27	0.41	0.62	0.28	0.42	0.64	0.27	0.40	0.61	0.27	0.42	0.64
K13	0.30	0.44	0.64	0.23	0.37	0.58	0.28	0.43	0.64	0.25	0.38	0.60	0.27	0.41	0.63	0.28	0.42	0.63
K14	0.29	0.42	0.61	0.26	0.38	0.58	0.27	0.41	0.61	0.24	0.37	0.58	0.28	0.42	0.61	0.30	0.44	0.64
K15	0.28	0.43	0.66	0.22	0.36	0.59	0.26	0.41	0.65	0.23	0.38	0.62	0.27	0.42	0.66	0.28	0.44	0.68
K16	0.30	0.41	0.56	0.27	0.38	0.54	0.30	0.41	0.56	0.30	0.41	0.57	0.31	0.41	0.55	0.30	0.42	0.56
K17	0.31	0.42	0.56	0.28	0.39	0.54	0.31	0.41	0.56	0.30	0.41	0.56	0.30	0.40	0.54	0.32	0.42	0.56
K18	0.31	0.42	0.57	0.28	0.39	0.55	0.30	0.42	0.57	0.28	0.39	0.54	0.29	0.40	0.55	0.32	0.43	0.58
K19	0.28	0.41	0.62	0.26	0.39	0.59	0.28	0.42	0.62	0.26	0.40	0.61	0.27	0.40	0.60	0.29	0.43	0.63
K20	0.30	0.42	0.59	0.25	0.37	0.55	0.28	0.41	0.58	0.29	0.41	0.59	0.30	0.41	0.57	0.31	0.43	0.59
K21	0.29	0.42	0.62	0.26	0.39	0.60	0.28	0.41	0.62	0.23	0.37	0.59	0.28	0.41	0.61	0.30	0.44	0.64

Adım 4: Oluşturulan bulanık normalize vektör matrisi Eşitlik 3.41'e göre ağırlıklandırılmıştır. Ağırlıklandırılmış matris Tablo 5.49.'da verilmiştir.

Tablo 5.49. Ağırlıklandırılmış Bulanık Normalize Vektör Matrisi

	A1			A2			A3			A4			A5			A6		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
K1	0.14	0.32	0.6	0.13	0.31	0.58	0.14	0.33	0.6	0.11	0.27	0.54	0.10	0.26	0.51	0.11	0.27	0.55
K2	0.13	0.33	0.64	0.14	0.34	0.66	0.15	0.35	0.67	0.1	0.27	0.58	0.1	0.28	0.57	0.11	0.28	0.59
K3	0.09	0.24	0.53	0.09	0.24	0.52	0.09	0.24	0.53	0.08	0.23	0.51	0.07	0.21	0.48	0.07	0.22	0.5
K4	0.06	0.18	0.45	0.05	0.18	0.45	0.06	0.19	0.46	0.06	0.19	0.46	0.06	0.18	0.44	0.06	0.18	0.44
K5	0.05	0.17	0.46	0.05	0.18	0.47	0.06	0.2	0.49	0.05	0.18	0.48	0.04	0.16	0.43	0.05	0.18	0.48
K6	0.05	0.16	0.41	0.05	0.16	0.41	0.06	0.19	0.45	0.06	0.18	0.44	0.06	0.18	0.43	0.06	0.18	0.43
K7	0.09	0.23	0.46	0.09	0.22	0.45	0.09	0.23	0.46	0.09	0.23	0.46	0.09	0.22	0.45	0.09	0.23	0.47
K8	0.08	0.21	0.48	0.07	0.21	0.47	0.08	0.23	0.5	0.08	0.22	0.5	0.07	0.2	0.46	0.08	0.23	0.51

Tablo 5.49.'un devamı Ağırlıklandırılmış Bulanık Normalize Vektör Matrisi

	A1			A2			A3			A4			A5			A6		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
K9	0.1	0.25	0.49	0.1	0.25	0.5	0.1	0.25	0.5	0.09	0.23	0.48	0.09	0.23	0.46	0.09	0.24	0.5
K10	0.14	0.32	0.56	0.13	0.29	0.54	0.14	0.32	0.56	0.13	0.31	0.56	0.11	0.27	0.51	0.12	0.28	0.54
K11	0.15	0.34	0.62	0.15	0.34	0.61	0.16	0.36	0.64	0.13	0.3	0.58	0.13	0.31	0.57	0.13	0.31	0.58
K12	0.15	0.34	0.59	0.13	0.31	0.57	0.15	0.34	0.59	0.16	0.34	0.6	0.15	0.32	0.58	0.15	0.34	0.61
K13	0.11	0.26	0.51	0.08	0.22	0.46	0.1	0.25	0.51	0.09	0.23	0.48	0.1	0.25	0.5	0.1	0.25	0.5
K14	0.11	0.26	0.5	0.09	0.23	0.47	0.1	0.25	0.49	0.09	0.23	0.47	0.1	0.25	0.49	0.11	0.27	0.52
K15	0.08	0.23	0.49	0.07	0.19	0.44	0.08	0.22	0.48	0.07	0.2	0.46	0.08	0.23	0.49	0.08	0.23	0.51
K16	0.21	0.38	0.54	0.19	0.35	0.52	0.21	0.37	0.54	0.21	0.38	0.54	0.21	0.37	0.53	0.21	0.38	0.54
K17	0.23	0.4	0.55	0.21	0.37	0.53	0.23	0.39	0.55	0.22	0.39	0.55	0.22	0.38	0.53	0.23	0.4	0.55
K18	0.23	0.4	0.56	0.2	0.37	0.54	0.22	0.39	0.56	0.2	0.37	0.53	0.21	0.38	0.54	0.24	0.41	0.57
K19	0.15	0.32	0.56	0.14	0.3	0.54	0.15	0.33	0.56	0.14	0.31	0.56	0.15	0.31	0.55	0.16	0.33	0.57
K20	0.17	0.34	0.55	0.15	0.3	0.51	0.16	0.33	0.54	0.16	0.33	0.55	0.17	0.34	0.53	0.18	0.35	0.55
K21	0.15	0.33	0.56	0.14	0.3	0.54	0.15	0.32	0.56	0.13	0.29	0.54	0.15	0.32	0.55	0.16	0.34	0.58

Adım 5: Ağırlıklandırılmış bulanık normalize matris oluşturulduktan sonra Eşitlik 3.48'e göre pozitif ideal çözüm ve Eşitlik 3.49'a göre negatif ideal çözüm değerleri bulunur. Bu değerler ağırlıklı bulanık normalize matristeki en iyi ve en kötü değerleri temsil eder. İdeal çözüm noktaları Tablo 5.50.'de verilmiştir.

Tablo 5.50. Pozitif ve Negatif İdeal Noktalar

	\tilde{A}^+			\tilde{A}^-		
	a	b	c	a	b	c
K1	0.14	0.33	0.60	0.10	0.26	0.51
K2	0.15	0.35	0.67	0.10	0.27	0.57
K3	0.09	0.24	0.53	0.07	0.21	0.48
K4	0.06	0.19	0.46	0.05	0.18	0.44
K5	0.06	0.20	0.49	0.04	0.16	0.43
K6	0.06	0.19	0.45	0.05	0.16	0.41
K7	0.09	0.23	0.47	0.09	0.22	0.45
K8	0.08	0.23	0.51	0.07	0.20	0.46
K9	0.10	0.25	0.50	0.09	0.23	0.46
K10	0.14	0.32	0.56	0.11	0.27	0.51
K11	0.16	0.36	0.64	0.13	0.30	0.57
K12	0.15	0.34	0.61	0.13	0.31	0.57
K13	0.11	0.26	0.51	0.08	0.22	0.46
K14	0.11	0.27	0.52	0.09	0.23	0.47
K15	0.08	0.23	0.51	0.07	0.19	0.44
K16	0.21	0.38	0.54	0.19	0.35	0.52
K17	0.23	0.4	0.55	0.21	0.37	0.53
K18	0.24	0.41	0.57	0.20	0.37	0.53
K19	0.16	0.33	0.57	0.14	0.30	0.54
K20	0.18	0.35	0.55	0.15	0.30	0.51
K21	0.16	0.34	0.58	0.13	0.29	0.54

Tablo 5.49.'daki verilere göre elde edilen ideal noktalar kriterlerin pozitif ideal nokta için maksimum değerlerini, negatif ideal nokta için ise minimum değerlerini temsil eder. Örneğin K1 kriteri için Tablo 5.49'a bakıldığında maksimum nokta A3 alternatifi üzerinde (0.14, 0.33, 0.60) üçgen bulanık sayısı olarak belirlenmişken, minimum nokta ise A5 alternatifi üzerinde (0.10, 0.26, 0.51) üçgen bulanık sayısı olarak belirlenmiştir.

Adım 5: İdeal noktalar belirlendikten sonra her bir alternatif için bu noktalardan uzaklık değerleri hesaplanmıştır. Eşitlik 3.50'ye göre hesaplanan pozitif ideal noktadan uzaklık değerleri, Eşitlik 3.51'e göre hesaplanan negatif ideal noktadan uzaklık değerleri Tablo 5.51.'de belirtilmiştir.

Tablo 5.51. Alternatiflerin Pozitif ve Negatif İdeal Çözüme Uzaklık Değerleri

	A1			A2			A3			A4			A5			A6		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
\tilde{d}_i^+	0.03	0.06	0.08	0.08	0.13	0.16	0.03	0.04	0.05	0.1	0.16	0.16	0.09	0.15	0.21	0.07	0.12	0.13
\tilde{d}_i^-	0.09	0.15	0.18	0.06	0.11	0.15	0.1	0.17	0.21	0.05	0.08	0.12	0.06	0.08	0.08	0.08	0.13	0.17

Adım 6: Sıralama değerleri (\tilde{R}_i)'ler Eşitlik 3.52'ye göre hesaplanmıştır. Ardından hesaplanan bu değerleri üçgen bulanık sayılardan duru sayılara çevirmek için Eşitlik 3.53' göre durulaştırma işlemi yapılmıştır.

Tablo 5.52. Alternatifler için \tilde{R}_i ve R_i Değerleri

	A1			A2			A3			A4			A5			A6		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
\tilde{R}_i	0.35	0.72	1.44	0.20	0.45	1.02	0.38	0.80	1.64	0.17	0.35	0.83	0.19	0.34	0.56	0.28	0.53	1.12
R_i	0.78			0.50			0.87			0.40			0.35			0.59		

A1 alternatifi için oluşan duru değer şöyle hesaplanmıştır.

$$R_i = \frac{1}{3} \left(\frac{0.35 + 4 \cdot (0.72) + 1.44}{2} \right) = 0.78$$

Adım 7: Son olarak sıralama işlemi yapılmıştır. Sıralamada pozitif ideal çözüme en yakın olan alternatif performansı en yüksek olmuştur.

Tablo 5.53. Bulanık TOPSIS (vektör) Alternatiflerin Performans Sıralaması

	Hepsiburada	Gittigidiyor	N11	Markafoni	Trendyol	Morhipo
R_i	0.78	0.50	0.87	0.40	0.35	0.59
Sıralama	2	4	1	5	6	3

Bulanık Doğrusal Normalizasyon ile Çözüm

Adım 1: 59 karar vericinin alternatifler ve kriterler adına değerlendirmesi sonucu oluşan değerler Eşitlik 3.35 ve Eşitlik 3.36 ile tek bir değere indirgenmiştir.

Adım 2: Kriterler ve alternatifler tek değere indirgindikten sonra bulanık karar matrisi (Tablo 5.47.) ve bulanık ağırlık matrisi (Tablo 5.45.) oluşturulmuştur.

Adım 3: Eşitlik 3.39'a göre bulanık normalize vektör karar matrisi (R) oluşturulur. Burada tüm kriterler fayda amaçlı olduğundan normalize matris için fayda eşitliği kullanılmıştır. Tablo 5.54.'te doğrusal normalizasyon matrisi verilmiştir.

Tablo 5.54. Bulanık Doğrusal Normalizasyon Matrisi

	A1			A2			A3			A4			A5			A6		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
K1	0.68	0.88	0.99	0.64	0.84	0.97	0.71	0.89	1.00	0.53	0.73	0.89	0.52	0.7	0.85	0.55	0.75	0.91
K2	0.61	0.81	0.96	0.63	0.84	0.99	0.68	0.87	1.00	0.44	0.66	0.87	0.48	0.68	0.86	0.49	0.69	0.88
K3	0.64	0.85	0.99	0.63	0.83	0.98	0.64	0.85	1.00	0.58	0.8	0.96	0.54	0.74	0.9	0.55	0.76	0.94
K4	0.6	0.81	0.98	0.57	0.79	0.97	0.61	0.82	0.99	0.65	0.85	1.00	0.57	0.78	0.96	0.58	0.79	0.97
K5	0.51	0.73	0.93	0.53	0.76	0.96	0.64	0.85	1.00	0.54	0.76	0.97	0.47	0.68	0.87	0.53	0.76	0.97
K6	0.55	0.75	0.91	0.51	0.72	0.9	0.64	0.85	1.00	0.6	0.81	0.98	0.61	0.8	0.95	0.59	0.81	0.96
K7	0.68	0.86	0.98	0.64	0.83	0.97	0.66	0.85	0.98	0.67	0.86	0.99	0.64	0.83	0.95	0.68	0.87	1.00
K8	0.57	0.77	0.94	0.56	0.76	0.93	0.63	0.83	0.97	0.58	0.79	0.98	0.53	0.73	0.89	0.63	0.84	1.00
K9	0.67	0.87	0.99	0.67	0.87	1.00	0.7	0.89	1.00	0.62	0.82	0.96	0.61	0.8	0.93	0.64	0.85	1.00
K10	0.71	0.89	1.00	0.64	0.82	0.95	0.71	0.89	0.99	0.68	0.87	0.99	0.56	0.75	0.9	0.59	0.8	0.95
K11	0.62	0.82	0.98	0.61	0.81	0.95	0.68	0.88	1.00	0.52	0.73	0.91	0.56	0.75	0.89	0.56	0.75	0.91
K12	0.65	0.84	0.97	0.58	0.78	0.93	0.65	0.84	0.97	0.66	0.86	0.99	0.63	0.81	0.95	0.65	0.86	1.00
K13	0.7	0.89	1.00	0.55	0.74	0.9	0.66	0.86	1.00	0.58	0.78	0.93	0.64	0.84	0.98	0.67	0.86	0.98
K14	0.67	0.84	0.95	0.59	0.77	0.9	0.63	0.82	0.94	0.56	0.75	0.9	0.65	0.83	0.95	0.7	0.89	1.00
K15	0.65	0.84	0.96	0.51	0.7	0.87	0.6	0.8	0.95	0.54	0.74	0.91	0.63	0.82	0.97	0.65	0.86	1.00
K16	0.73	0.9	0.99	0.66	0.84	0.95	0.72	0.89	0.99	0.73	0.9	1.00	0.74	0.89	0.97	0.73	0.9	0.99
K17	0.75	0.92	1.00	0.68	0.85	0.96	0.73	0.9	0.99	0.72	0.89	0.99	0.71	0.87	0.96	0.76	0.92	1.00
K18	0.73	0.90	0.99	0.66	0.83	0.94	0.72	0.89	0.98	0.66	0.84	0.94	0.69	0.86	0.94	0.76	0.93	1.00
K19	0.66	0.86	0.98	0.61	0.8	0.94	0.67	0.86	0.98	0.62	0.83	0.98	0.65	0.83	0.95	0.69	0.88	1.00
K20	0.70	0.89	0.99	0.61	0.79	0.93	0.67	0.86	0.98	0.68	0.87	0.99	0.72	0.88	0.96	0.74	0.91	1.00
K21	0.67	0.85	0.96	0.6	0.79	0.93	0.65	0.83	0.96	0.54	0.75	0.92	0.65	0.83	0.95	0.7	0.88	1.00

Normalleştirme işlemi bulanık karar matrisindeki her bir kriterin alternatifler üzerindeki aldığı en büyük üçgen bulanık sayısının üçüncü değerinin bulanık karar matrisindeki her bir sayıya bölünmesi ile yapılır. Örneğin Tablo 5.47.'ye göre K1 kriterinin alternatifler üzerindeki en büyük değeri olan (6.74, 8.51, 9.54) üçgen bulanık sayısının üçüncü değeri 9.54'tür. Bu sonuçtan yola çıkarak K1 kriteri için A1 alternatifin normalize değeri şu şekilde hesaplanmıştır.

$$\tilde{r}_{11} = \left(\frac{6.49}{9.54}, \frac{8.35}{9.54}, \frac{9.45}{9.54} \right) = (0.68, 0.88, 0.99)$$

Adım 4: Oluşturulan bulanık normalize doğrusal matrisi Eşitlik 3.41'e göre ağırlıklandırılmıştır. Ağırlıklandırılmış matris Tablo 5.55'de belirtilmiştir.

Tablo 5.55. Ağırlıklı Normalize Doğrusal Matris

	A1			A2			A3			A4			A5			A6		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
K1	0.31	0.63	0.89	0.29	0.60	0.87	0.32	0.64	0.9	0.24	0.53	0.80	0.24	0.50	0.76	0.25	0.54	0.82
K2	0.30	0.61	0.88	0.31	0.64	0.91	0.34	0.66	0.92	0.22	0.50	0.80	0.24	0.52	0.79	0.24	0.52	0.81
K3	0.21	0.47	0.77	0.20	0.47	0.77	0.20	0.48	0.78	0.19	0.45	0.75	0.17	0.42	0.71	0.18	0.42	0.73
K4	0.14	0.36	0.66	0.13	0.35	0.65	0.14	0.37	0.67	0.15	0.38	0.67	0.13	0.35	0.64	0.13	0.35	0.65
K5	0.11	0.31	0.60	0.12	0.33	0.63	0.14	0.36	0.65	0.12	0.33	0.63	0.10	0.29	0.57	0.12	0.33	0.63
K6	0.12	0.32	0.59	0.11	0.31	0.58	0.14	0.36	0.65	0.13	0.35	0.63	0.13	0.34	0.61	0.13	0.34	0.62
K7	0.22	0.48	0.74	0.21	0.46	0.73	0.22	0.47	0.74	0.22	0.48	0.74	0.21	0.46	0.72	0.22	0.49	0.75
K8	0.18	0.41	0.68	0.17	0.40	0.68	0.19	0.44	0.71	0.18	0.42	0.71	0.16	0.39	0.65	0.19	0.45	0.73
K9	0.24	0.51	0.78	0.23	0.51	0.79	0.24	0.52	0.79	0.21	0.48	0.76	0.21	0.47	0.74	0.22	0.5	0.79
K10	0.33	0.65	0.90	0.30	0.60	0.85	0.33	0.65	0.89	0.32	0.63	0.89	0.26	0.55	0.81	0.28	0.58	0.86
K11	0.34	0.66	0.91	0.34	0.65	0.89	0.37	0.70	0.93	0.29	0.59	0.84	0.31	0.60	0.83	0.31	0.60	0.84
K12	0.36	0.69	0.92	0.32	0.63	0.89	0.36	0.69	0.92	0.37	0.70	0.94	0.35	0.66	0.9	0.36	0.7	0.95
K13	0.25	0.53	0.80	0.20	0.44	0.72	0.23	0.51	0.80	0.21	0.46	0.74	0.23	0.50	0.78	0.24	0.51	0.78
K14	0.24	0.51	0.77	0.21	0.47	0.73	0.23	0.50	0.76	0.20	0.45	0.73	0.23	0.50	0.77	0.25	0.54	0.81
K15	0.19	0.45	0.71	0.15	0.37	0.65	0.18	0.43	0.71	0.16	0.40	0.68	0.19	0.44	0.72	0.19	0.46	0.75
K16	0.51	0.82	0.95	0.46	0.76	0.91	0.51	0.81	0.95	0.51	0.82	0.96	0.52	0.81	0.93	0.51	0.82	0.95
K17	0.56	0.87	0.98	0.50	0.81	0.94	0.54	0.85	0.97	0.53	0.84	0.98	0.52	0.83	0.95	0.56	0.87	0.98
K18	0.53	0.85	0.97	0.48	0.78	0.93	0.53	0.84	0.97	0.48	0.79	0.92	0.50	0.81	0.93	0.56	0.87	0.98
K19	0.36	0.67	0.9	0.33	0.63	0.86	0.36	0.67	0.90	0.33	0.65	0.90	0.35	0.65	0.87	0.37	0.69	0.91
K20	0.40	0.72	0.92	0.35	0.65	0.87	0.39	0.70	0.92	0.39	0.71	0.92	0.41	0.72	0.9	0.42	0.74	0.93
K21	0.36	0.66	0.87	0.32	0.61	0.84	0.35	0.65	0.87	0.29	0.58	0.84	0.35	0.64	0.86	0.37	0.68	0.91

Adım 5: Ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi elde edildikten sonra bulanık pozitif ideal çözüm (BPİÇ, A^*) ve bulanık negatif ideal çözüm (BNİÇ, A^-) değerleri Eşitlik 3.42'ye göre belirtilmiştir. Her bir kriter için alternatiflerin uzaklıkları belirleneceğinden dolayı 21 tane uzaklık değeri hesaplanmıştır.

$$A^* = (\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \dots, \tilde{v}_{21}^*) \text{ ve } A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_{21}^-)$$

$$A^* = [(1,1,1), (1,1,1), \dots, (1,1,1), (1,1,1)]$$

$$A^- = [(0,0,0), (0,0,0), \dots, (0,0,0), (0,0,0)]$$

Adım 6: Ardından her bir alternatifin pozitif ideal çözüme (A^*) ve negatif ideal çözüme (A^-) olan uzaklıkları Eşitlik 3.45'e göre hesaplanmıştır. Alternatiflerin BPİÇ'ten ve BNİÇ'ten olan uzaklık değerleri Tablo 5.56.'da belirtilmiştir.

Tablo 5.56. Alternatiflerin BPİÇ'ten ve BNİÇ'ten Olan Uzaklık Değerleri

	$d(A_i, A^*)$						$d(A_i, A^-)$					
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A1	A2	A3	A4	A5	A6
K1	0.46	0.47	0.45	0.53	0.54	0.52	0.65	0.63	0.66	0.57	0.54	0.58
K2	0.47	0.45	0.43	0.55	0.54	0.53	0.64	0.67	0.68	0.56	0.56	0.57
K3	0.57	0.57	0.56	0.59	0.61	0.60	0.54	0.53	0.54	0.52	0.48	0.50
K4	0.65	0.66	0.65	0.64	0.66	0.66	0.44	0.44	0.45	0.45	0.43	0.43
K5	0.69	0.68	0.65	0.67	0.71	0.68	0.40	0.41	0.44	0.42	0.37	0.42
K6	0.69	0.69	0.65	0.66	0.67	0.67	0.39	0.39	0.43	0.42	0.41	0.42
K7	0.56	0.57	0.56	0.56	0.58	0.56	0.52	0.51	0.52	0.53	0.51	0.53
K8	0.61	0.62	0.59	0.60	0.63	0.59	0.47	0.46	0.49	0.49	0.45	0.51
K9	0.54	0.54	0.53	0.56	0.57	0.55	0.55	0.56	0.56	0.53	0.52	0.55
K10	0.44	0.47	0.44	0.45	0.51	0.49	0.67	0.63	0.67	0.66	0.58	0.62
K11	0.43	0.44	0.40	0.48	0.47	0.47	0.68	0.66	0.71	0.62	0.62	0.62
K12	0.42	0.45	0.42	0.41	0.43	0.41	0.70	0.66	0.70	0.71	0.67	0.71
K13	0.52	0.59	0.54	0.57	0.55	0.54	0.57	0.50	0.57	0.52	0.55	0.56
K14	0.54	0.57	0.55	0.58	0.54	0.52	0.55	0.51	0.54	0.51	0.55	0.58
K15	0.59	0.64	0.60	0.63	0.59	0.58	0.50	0.44	0.49	0.46	0.50	0.52
K16	0.30	0.34	0.31	0.30	0.30	0.30	0.78	0.74	0.78	0.79	0.77	0.78
K17	0.27	0.31	0.28	0.29	0.29	0.26	0.82	0.77	0.81	0.81	0.79	0.82
K18	0.28	0.33	0.29	0.33	0.31	0.27	0.80	0.75	0.80	0.75	0.77	0.82
K19	0.42	0.45	0.42	0.44	0.43	0.41	0.68	0.64	0.68	0.67	0.66	0.69
K20	0.38	0.44	0.40	0.39	0.38	0.37	0.72	0.66	0.70	0.71	0.70	0.73
K21	0.43	0.46	0.43	0.48	0.44	0.41	0.66	0.63	0.66	0.61	0.65	0.69

Örneğin A1 alternatifinin K1 kriteri için BPİÇ'ten ve BNİÇ'ten olan uzaklık değerleri şöyle hesaplanmıştır.

$$\begin{aligned}
d(\tilde{m}, \tilde{n}) &= [(1,1,1) - (0.31, 0.63, 0.89)] \\
&= \sqrt{1/3[(1 - 0.31)^2 + (1 - 0.63)^2 + (1 - 0.89)^2]} \\
&= \sqrt{1/3[(0.69)^2 + (0.37)^2 + (0.11)^2]} \\
&= \sqrt{1/3(0.63)} = 0.46
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
d(\tilde{m}, \tilde{n}) &= [(0,0,0) - (0.31, 0.63, 0.89)] \\
&= \sqrt{1/3[(0 - 0.31)^2 + (0 - 0.63)^2 + (0 - 0.89)^2]} \\
&= \sqrt{1/3[(0.10) + (0.40) + (0.79)]} \\
&= \sqrt{1/3(1.29)} = 0.65
\end{aligned}$$

Tablo 5.56.'da her alternatifin her bir kritere göre BPİÇ'ten ve BNİÇ'ten uzaklıkları belirtilmiştir. Ardından Eşitlik 3.43 ve Eşitlik 3.44'e göre uzaklık değerleri toplanmış (D_i^-) ve (D_i^*) değerleri elde edilmiştir. Tablo 5.57.'de alternatifler için hesaplanan (D_i^-) ve (D_i^*) verilmiştir.

Tablo 5.57. Alternatiflerin D_i^- ve D_i^* Değerleri

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
D_i^*	10.25	10.75	10.14	10.71	10.75	10.36
D_i^-	12.75	12.19	12.88	12.29	12.09	12.67

Adım 7: Hesaplamaların ardından alternatiflerin sıralamasını oluşturmak için her alternatife ilişkin yakınlık katsayıları (CC_i) 'ler hesaplanmıştır. Tablo 5.58.'de (CC_i) değerleri belirtilmiştir.

Tablo 5.58. Alternatiflerin (CC_i) Değerleri

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
CC_i	0.554	0.532	0.559	0.534	0.529	0.55

Eşitlik 3.46'ya göre hesaplanan değerler her bir alternatif için negatif ideal çözümün toplam ideal çözüm içindeki oranını ifade eder. Örneğin A1 alternatifi için hesaplanan CC_{A_1} değeri aşağıda belirtilmiştir.

$$CC_{A_1} = \frac{12.75}{10.25 + 12.75} = 0.554$$

Adım 8: Son olarak alternatifler yakınlık katsayı değerlerine göre sıralanmıştır. Tablo 5.59.'da alternatiflerin performans sıralaması belirtilmiştir.

Tablo 5.59. Bulanık TOPSIS (doğrusal) Alternatiflerin Performans Sıralaması

	Hepsiburada	Gittigidiyor	N11	Markafoni	Trendyol	Morhipo
CC_i	0.554	0.532	0.559	0.534	0.529	0.55
Sıralama	2	5	1	4	6	3

5.5.2. Bulanık VIKOR Yöntemi ile Çözüm

Adım 1: 59 karar vericinin alternatifler ve kriterler adına değerlendirmesi sonucu oluşan değerler Eşitlik 3.35 ve Eşitlik 3.36'ya göre tek bir değere indirgenmiştir.

Adım 2: Kriterler ve alternatifler tek değere indirgendikten sonra bulanık karar matrisi (Tablo 5.47.) ve bulanık ağırlık matrisi (Tablo 5.45.) oluşturulmuştur.

Adım 3: Çalışmada tüm kriterler fayda amaçlı olduğundan bulanık karar matrisinde fayda amaçlı kriterler için Eşitlik 3.54'e göre belirlenen en iyi \tilde{f}_i^* ve en kötü \tilde{f}_i^- değerleri Tablo 5.60.'da belirtilmiştir.

Tablo 5.60. Kriterlerin En İyi ve En Kötü Değerleri

	\tilde{f}_i^*			\tilde{f}_i^-		
	a	b	c	a	b	c
K1	6.74	8.51	9.54	4.93	6.68	8.07
K2	6.21	7.95	9.10	4.00	6.00	7.79
K3	5.94	7.85	9.23	5.00	6.86	8.32
K4	5.75	7.56	8.88	5.03	6.93	8.50
K5	5.59	7.33	8.67	4.04	5.86	7.57
K6	5.87	7.74	9.13	4.69	6.61	8.25
K7	6.43	8.29	9.50	6.04	7.86	9.07
K8	5.86	7.79	9.29	4.89	6.79	8.29
K9	6.59	8.38	9.44	5.75	7.57	8.79
K10	6.69	8.39	9.39	5.25	7.04	8.46
K11	6.33	8.15	9.31	4.88	6.81	8.32
K12	6.13	7.94	9.21	5.31	7.19	8.61
K13	6.55	8.31	9.33	5.14	6.92	8.39
K14	6.86	8.71	9.79	5.44	7.31	8.81
K15	6.14	8.14	9.50	4.81	6.64	8.22
K16	7.04	8.64	9.56	6.31	8.00	9.11
K17	7.29	8.86	9.61	6.53	8.19	9.22
K18	7.43	9.00	9.71	6.42	8.08	9.13
K19	6.57	8.36	9.50	5.81	7.64	8.94
K20	7.00	8.64	9.50	5.75	7.53	8.83
K21	6.71	8.50	9.64	5.25	7.25	8.88

Elde edilen bu değerler bulanık karar matrisi için üçgen bulanık sayıların her bir kriter adına tüm alternatifler içindeki en yüksek ve en düşük değerlerini temsil eder. Örneğin Tablo 5.47. bulanık karar matrisine bakıldığında K1 kriterinin tüm alternatifler içindeki en yüksek değeri (6.74,8.51,9.54) iken en düşük değeri ise (4.93,6.68,8.07) olarak ortaya çıkmıştır.

Adım 4: Fayda amaçlı kriterler için alternatiflerin Eşitlik 3.56'ya göre hesaplanan en iyi kriter değerine olan uzaklık değerleri Tablo 5.61.'de belirtilmiştir.

Tablo 5.61. Alternatiflerin En İyi Değere Olan Uzaklıkları

	A1			A2			A3			A4			A5			A6		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
K1	-0.59	0.04	0.66	-0.54	0.11	0.74	-0.61	0.00	0.61	-0.38	0.33	0.97	-0.29	0.40	1.00	-0.43	0.30	0.94
K2	-0.50	0.12	0.70	-0.55	0.06	0.65	-0.57	0.00	0.57	-0.33	0.38	1.00	-0.31	0.34	0.93	-0.35	0.33	0.92
K3	-0.75	0.01	0.78	-0.73	0.04	0.82	-0.78	0.00	0.78	-0.69	0.11	0.91	-0.56	0.23	1.00	-0.64	0.20	0.98
K4	-0.77	0.09	0.93	-0.75	0.15	1.00	-0.79	0.07	0.89	-0.81	0.00	0.81	-0.71	0.16	0.99	-0.73	0.15	0.97
K5	-0.53	0.21	0.92	-0.59	0.16	0.88	-0.66	0.00	0.66	-0.60	0.15	0.86	-0.43	0.32	1.00	-0.61	0.16	0.88
K6	-0.55	0.20	0.92	-0.54	0.26	1.00	-0.73	0.00	0.73	-0.69	0.07	0.82	-0.63	0.10	0.81	-0.66	0.09	0.83
K7	-0.83	0.04	0.89	-0.80	0.11	0.99	-0.83	0.05	0.93	-0.85	0.03	0.90	-0.76	0.12	1.00	-0.89	0.00	0.89
K8	-0.65	0.14	0.92	-0.63	0.17	0.94	-0.73	0.02	0.79	-0.73	0.09	0.89	-0.55	0.23	1.00	-0.78	0.00	0.78
K9	-0.74	0.05	0.83	-0.77	0.04	0.84	-0.77	0.00	0.77	-0.67	0.17	0.98	-0.59	0.22	1.00	-0.77	0.10	0.93
K10	-0.65	0.00	0.66	-0.54	0.16	0.83	-0.63	0.01	0.65	-0.63	0.06	0.73	-0.43	0.33	1.00	-0.54	0.21	0.92
K11	-0.62	0.11	0.80	-0.57	0.13	0.82	-0.67	0.00	0.67	-0.47	0.30	1.00	-0.45	0.27	0.92	-0.47	0.26	0.92
K12	-0.73	0.04	0.83	-0.64	0.19	1.00	-0.73	0.04	0.83	-0.77	0.00	0.79	-0.66	0.11	0.87	-0.79	0.00	0.82
K13	-0.66	0.00	0.66	-0.44	0.33	1.00	-0.66	0.06	0.75	-0.51	0.25	0.93	-0.61	0.12	0.80	-0.62	0.07	0.74
K14	-0.56	0.10	0.75	-0.45	0.27	0.92	-0.54	0.16	0.83	-0.45	0.32	1.00	-0.56	0.13	0.80	-0.67	0.00	0.67
K15	-0.63	0.04	0.72	-0.44	0.32	1.00	-0.61	0.11	0.80	-0.53	0.23	0.93	-0.65	0.07	0.75	-0.72	0.00	0.72
K16	-0.75	0.01	0.80	-0.64	0.20	1.00	-0.74	0.03	0.82	-0.78	0.01	0.79	-0.70	0.03	0.78	-0.76	0.00	0.79
K17	-0.75	0.01	0.77	-0.63	0.21	1.00	-0.71	0.06	0.83	-0.74	0.10	0.89	-0.64	0.15	0.90	-0.74	0.00	0.75
K18	-0.66	0.08	0.80	-0.53	0.28	1.00	-0.65	0.10	0.82	-0.51	0.27	0.99	-0.53	0.21	0.91	-0.69	0.00	0.69
K19	-0.75	0.06	0.86	-0.64	0.19	1.00	-0.75	0.04	0.84	-0.74	0.13	0.98	-0.68	0.12	0.91	-0.79	0.00	0.79
K20	-0.64	0.06	0.75	-0.49	0.30	1.00	-0.62	0.12	0.82	-0.63	0.10	0.80	-0.57	0.08	0.70	-0.67	0.00	0.67
K21	-0.59	0.07	0.73	-0.51	0.21	0.88	-0.58	0.10	0.77	-0.49	0.28	1.00	-0.55	0.11	0.77	-0.67	0.00	0.67

Eşitlik 3.56'ya göre K1 kriterinin A1 alternatifi için en iyi uzaklık değeri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$\tilde{d}_{11} = \frac{(6.74, 8.51, 9.54) \ominus (6.49, 8.35, 9.45)}{(9.54 - 4.93)} = (-0.59, 0.04, 0.66)$$

Adım 5: Uzaklık değerlerinin hesaplanmasından sonra ağırlıklandırma yapılmıştır. Ağırlıklandırılmış matris elde edildikten sonra Eşitlik 3.58'e göre

alternatifler için en iyi bulanık değere uzaklıklarının toplamı (\tilde{S}_i)'ler ve Eşitlik 3.59'a göre en kötü bulanık değere olan maksimum uzaklık değerleri (\tilde{R}_i)'ler hesaplanmıştır. Hesaplanan değerler Tablo 5.62.'de belirtilmiştir.

Tablo 5.62. Ağırlıklandırılmış Uzaklık Değerleri ile \tilde{S}_i ve \tilde{R}_i Değerleri

	A1			A2			A3			A4			A5			A6		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
K1	-0.27	0.03	0.59	-0.25	0.08	0.66	-0.28	0.00	0.54	-0.17	0.24	0.87	-0.13	0.29	0.90	-0.20	0.21	0.84
K2	-0.24	0.09	0.65	-0.27	0.04	0.60	-0.28	0.00	0.52	-0.16	0.29	0.92	-0.15	0.26	0.86	-0.17	0.25	0.84
K3	-0.24	0.00	0.61	-0.23	0.02	0.64	-0.25	0.00	0.61	-0.22	0.06	0.71	-0.18	0.13	0.78	-0.20	0.11	0.77
K4	-0.18	0.04	0.63	-0.17	0.07	0.67	-0.18	0.03	0.60	-0.19	0.00	0.55	-0.16	0.07	0.66	-0.17	0.07	0.65
K5	-0.12	0.09	0.60	-0.13	0.07	0.57	-0.15	0.00	0.43	-0.13	0.07	0.56	-0.09	0.14	0.65	-0.14	0.07	0.58
K6	-0.12	0.09	0.60	-0.12	0.11	0.65	-0.16	0.00	0.47	-0.15	0.03	0.53	-0.14	0.04	0.52	-0.14	0.04	0.54
K7	-0.28	0.02	0.67	-0.26	0.06	0.75	-0.28	0.03	0.70	-0.28	0.02	0.68	-0.25	0.07	0.75	-0.29	0.00	0.67
K8	-0.20	0.08	0.67	-0.19	0.09	0.68	-0.22	0.01	0.57	-0.23	0.05	0.65	-0.17	0.12	0.73	-0.24	0.00	0.57
K9	-0.26	0.03	0.66	-0.27	0.02	0.67	-0.27	0.00	0.61	-0.23	0.10	0.78	-0.21	0.13	0.79	-0.27	0.06	0.74
K10	-0.30	0.00	0.59	-0.25	0.12	0.74	-0.30	0.01	0.59	-0.30	0.05	0.65	-0.20	0.24	0.90	-0.25	0.16	0.83
K11	-0.34	0.09	0.74	-0.31	0.11	0.76	-0.37	0.00	0.62	-0.26	0.24	0.93	-0.25	0.21	0.86	-0.26	0.21	0.86
K12	-0.40	0.03	0.79	-0.35	0.15	0.95	-0.40	0.03	0.79	-0.42	0.00	0.75	-0.37	0.09	0.82	-0.44	0.00	0.78
K13	-0.23	0.00	0.53	-0.16	0.20	0.80	-0.24	0.04	0.60	-0.18	0.15	0.74	-0.22	0.07	0.64	-0.22	0.04	0.59
K14	-0.20	0.06	0.60	-0.16	0.17	0.74	-0.20	0.10	0.67	-0.16	0.20	0.81	-0.20	0.08	0.64	-0.24	0.00	0.54
K15	-0.19	0.02	0.53	-0.13	0.17	0.75	-0.18	0.06	0.60	-0.16	0.12	0.69	-0.19	0.04	0.56	-0.21	0.00	0.53
K16	-0.52	0.01	0.77	-0.45	0.18	0.96	-0.52	0.03	0.78	-0.54	0.00	0.75	-0.49	0.03	0.74	-0.53	0.00	0.75
K17	-0.56	0.01	0.75	-0.46	0.20	0.98	-0.53	0.06	0.82	-0.55	0.09	0.87	-0.47	0.14	0.89	-0.55	0.00	0.74
K18	-0.48	0.08	0.78	-0.38	0.26	0.98	-0.47	0.10	0.81	-0.38	0.25	0.98	-0.39	0.19	0.89	-0.51	0.00	0.68
K19	-0.40	0.05	0.79	-0.34	0.15	0.91	-0.40	0.03	0.76	-0.40	0.10	0.90	-0.36	0.09	0.83	-0.42	0.00	0.72
K20	-0.37	0.05	0.70	-0.28	0.24	0.93	-0.36	0.10	0.77	-0.36	0.09	0.75	-0.33	0.06	0.66	-0.38	0.00	0.62
K21	-0.31	0.06	0.66	-0.27	0.16	0.80	-0.31	0.08	0.70	-0.26	0.22	0.91	-0.30	0.09	0.70	-0.36	0.00	0.60
\tilde{S}_i	-6.22	0.91	13.92	-5.46	2.66	16.19	-6.34	0.70	13.57	-5.74	2.36	15.97	-5.26	2.58	15.79	-6.20	1.22	14.46
\tilde{R}_i	-0.12	0.09	0.79	-0.12	0.26	0.98	-0.15	0.10	0.82	-0.13	0.29	0.98	-0.09	0.29	0.90	-0.14	0.25	0.86

Ağırlıklandırılmış uzaklık matrisi kriterlerin önem ağırlıkları ile alternatiflerin en iyi değere olan uzaklıkları çarpımından elde edilmiştir. Örneğin K1 kriteri için hesap değeri aşağıdaki gibidir.

$$\tilde{w}_1 \otimes \tilde{d}_{11} = (0.46, 0.72, 0.90) \otimes (-0.59, 0.04, 0.66) = (-0.27, 0.03, 0.59)$$

Adım 6: Bu adımda ise Eşitlik 3.60'a göre (\tilde{Q}_i) değerleri hesaplanmıştır. (\tilde{Q}_i) değerlerini hesaplamak için Eşitlik 3.61 ve Eşitlik 3.62'ye göre hesaplanan \tilde{S}^* , S^{-c} , \tilde{R}^* , R^{-c} değerleri Tablo 5.63.'te belirtilmiştir.

Tablo 5.63. \tilde{S}^* , S^{-c} , \tilde{R}^* , R^{-c} Değerleri

	a	b	c
\tilde{S}^*	-6.34	0.70	13.57
S^{-c}			16.19
\tilde{R}^*	-0.15	0.09	0.79
R^{-c}			0.98

(\tilde{Q}_i) değerlerini hesaplamak için maksimum grup faydasını sağlayan stratejinin ağırlık değeri olan ν değeri, uzlaşık çözüm değeri olan $\nu = 0.5$ alınmıştır. (\tilde{Q}_i) değerleri Tablo 5.64.'te belirtilmiştir.

Tablo 5.64. \tilde{Q}_i Değerleri

		\tilde{Q}_i
A1	a	-0.841
	b	0.005
	c	0.864
A2	a	-0.824
	b	0.119
	c	1.000
A3	a	-0.857
	b	0.004
	c	0.868
A4	a	-0.837
	b	0.124
	c	0.992
A5	a	-0.809
	b	0.127
	c	0.954
A6	a	-0.848
	b	0.080
	c	0.907

A1 alternatifi için \tilde{Q}_1 değeri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$\begin{aligned} \tilde{Q}_1 &= 0.5((-6.22, 0.91, 13.92) \ominus (-6.34, 0.70, 13.57)) / (-6.34 \ominus 16.19) \oplus \\ &(1 - 0.5)((-0.12, 0.09, 0.79) \ominus (-0.12, 0.09, 0.79)) / ((-0.15) \ominus (0.98)) \\ &= (-0.841, 0.005, 0.864) \end{aligned}$$

Adım 7: Hesaplanan \tilde{Q}_i , \tilde{S}_i ve \tilde{R}_i değerleri Eşitlik 3.63'e göre durulaştırılmıştır. Durulaştırılmış değerler Tablo 5.65.'te belirtilmiştir.

Tablo 5.65. Durulaştırılmış Değerler

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Q_i	0.0082	0.1035	0.0047	0.1009	0.0999	0.0546
S_i	2.3795	4.0143	2.1561	3.7364	3.9227	2.6725
R_i	0.2136	0.3473	0.2170	0.3551	0.3437	0.3038

Adım 8: Daha sonra Tablo 5.66.'de belirtilen sıralama işlemi yapılır.

Tablo 5.66. VIKOR Alternatiflerin Performans Sıralaması

	Hepsiburada	Gittigidiyor	N11	Markafoni	Trendyol	Morhipo
Q_i	0.0082	0.1035	0.0047	0.1009	0.0999	0.0546
Sıralama	2	6	1	5	4	3
S_i	2.3795	4.0143	2.1561	3.7364	3.9227	2.6725
Sıralama	2	6	1	4	5	3
R_i	0.2136	0.3473	0.2170	0.3551	0.3437	0.3038
Sıralama	1	5	2	6	4	3

Adım 9: En iyi Q_i minimum indeks değerine sahip alternatifin en iyi seçenek olduğunun kararına varmak için aşağıda verilen koşulların kontrolü yapılmıştır.

Birinci Koşul Kabul edilebilir avantaj (C_1): Sıralamada en iyi ikinci alternatif değeri ile birinci alternatif değeri arasındaki fark Eşitlik 3.64'e göre $(Q'' - Q') \geq DQ$; $0.0082 - 0.0047 = 0.0035$ çıkmış olup bu değer $1/(6-1) = 0.20$ 'den küçüktür. 1.koşul sağlanmamıştır.

İkinci Koşul Kabul edilebilir istikrar (C_2): En iyi alternatif değerine sahip olan a' alternatifi S ve/veya R indeks değerlerinden birinde en iyi seçenek olmalıdır koşulu Tablo 5.67.'de belirtildiği üzere S_i ve Q_i değerlerinde sağlanmıştır.

(C_1) ve (C_2) sonuçlarına bakıldığında 1. koşulun sağlanmadığı, 2. koşulun sağlandığı görülmektedir. Bu nedenle N11 ve Hepsiburada uzlaştırıcı çözümlerdir.

5.5.3. Bulanık MOORA Yöntemi ile Çözüm

Oran Yöntemi

Adım 1: 59 karar vericinin alternatifler ve kriterler adına değerlendirmesi sonucu oluşan değerler Eşitlik 3.35 ve Eşitlik 3.36'ya göre tek bir değere indirgenmiştir.

Adım 2: Kriterler ve alternatifler tek değere indirgindikten sonra bulanık karar matrisi (Tablo 5.47.) ve bulanık ağırlık matrisi (Tablo 5.45.) oluşturulmuştur.

Adım 3: Eşitlik 3.66, Eşitlik 3.67 ve Eşitlik 3.68'e göre vektör normalizasyonu ile normalize bulanık karar matrisi oluşturulmuştur. Normalize bulanık karar matrisi Tablo 5.67.'de belirtilmiştir.

Tablo 5.67. Normalize Bulanık Karar Matrisi

	A1			A2			A3			A4			A5			A6		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
K1	0.20	0.26	0.29	0.19	0.25	0.29	0.21	0.27	0.30	0.16	0.22	0.27	0.15	0.21	0.25	0.16	0.22	0.27
K2	0.19	0.25	0.30	0.20	0.26	0.31	0.21	0.27	0.31	0.14	0.20	0.27	0.15	0.21	0.26	0.15	0.21	0.27
K3	0.19	0.25	0.29	0.18	0.25	0.29	0.19	0.25	0.29	0.17	0.24	0.28	0.16	0.22	0.27	0.16	0.22	0.28
K4	0.17	0.24	0.29	0.17	0.23	0.28	0.18	0.24	0.29	0.19	0.25	0.29	0.17	0.23	0.28	0.17	0.23	0.28
K5	0.16	0.23	0.29	0.16	0.23	0.30	0.20	0.26	0.31	0.17	0.24	0.30	0.14	0.21	0.27	0.16	0.23	0.30
K6	0.17	0.22	0.27	0.15	0.22	0.27	0.19	0.25	0.30	0.18	0.24	0.29	0.18	0.24	0.28	0.18	0.24	0.29
K7	0.19	0.24	0.28	0.18	0.23	0.27	0.19	0.24	0.28	0.19	0.24	0.28	0.18	0.23	0.27	0.19	0.25	0.28
K8	0.17	0.23	0.28	0.17	0.23	0.28	0.19	0.25	0.29	0.17	0.24	0.29	0.16	0.22	0.27	0.19	0.25	0.30
K9	0.19	0.24	0.28	0.19	0.25	0.28	0.20	0.25	0.28	0.17	0.23	0.27	0.17	0.23	0.26	0.18	0.24	0.28
K10	0.20	0.25	0.29	0.18	0.23	0.27	0.20	0.25	0.28	0.19	0.25	0.28	0.16	0.21	0.26	0.17	0.23	0.27
K11	0.19	0.25	0.29	0.18	0.24	0.29	0.20	0.26	0.30	0.16	0.22	0.27	0.17	0.22	0.27	0.17	0.23	0.27
K12	0.19	0.24	0.28	0.16	0.22	0.27	0.19	0.24	0.28	0.19	0.25	0.28	0.18	0.23	0.27	0.19	0.25	0.29
K13	0.20	0.26	0.29	0.16	0.21	0.26	0.19	0.25	0.29	0.17	0.22	0.27	0.18	0.24	0.28	0.19	0.25	0.28
K14	0.20	0.25	0.28	0.17	0.23	0.26	0.18	0.24	0.28	0.16	0.22	0.26	0.19	0.24	0.28	0.21	0.26	0.29
K15	0.19	0.25	0.29	0.15	0.21	0.26	0.18	0.24	0.28	0.16	0.22	0.27	0.19	0.25	0.29	0.19	0.26	0.30
K16	0.20	0.24	0.27	0.18	0.23	0.26	0.20	0.24	0.27	0.20	0.24	0.27	0.20	0.24	0.26	0.20	0.25	0.27
K17	0.20	0.25	0.27	0.18	0.23	0.26	0.20	0.24	0.27	0.19	0.24	0.27	0.19	0.24	0.26	0.20	0.25	0.27
K18	0.20	0.25	0.27	0.18	0.23	0.26	0.20	0.25	0.27	0.18	0.23	0.26	0.19	0.24	0.26	0.21	0.26	0.28
K19	0.19	0.24	0.28	0.17	0.23	0.27	0.19	0.24	0.28	0.18	0.23	0.28	0.18	0.24	0.27	0.20	0.25	0.28
K20	0.20	0.25	0.27	0.17	0.22	0.26	0.19	0.24	0.27	0.19	0.24	0.27	0.20	0.24	0.27	0.20	0.25	0.28
K21	0.19	0.25	0.28	0.17	0.23	0.27	0.19	0.24	0.28	0.16	0.22	0.27	0.19	0.24	0.27	0.20	0.26	0.29

Burada normalize karar matrisi değerleri, her bir alternatif için karar matrisinden normalize edilecek üçgen bulanık sayı değerinin her kısmının her bir kriterin tüm alternatifler için aldığı değerlerin kareleri toplamının kareköküne tek tek bölünmesi ile elde edilir. Örneğin K1 kriterinin A1 alternatifi için normalize değeri (0.20, 0.26, 0.29) aşağıda gösterilmiştir.

$$r_{11}^l = \frac{6.49}{\sqrt{6.49^2 + 8.35^2 + 9.45^2 + \dots + 5.21^2 + 7.14^2 + 8.71^2}} = 0.20$$

$$r_{11}^m = \frac{8.35}{\sqrt{6.49^2 + 8.35^2 + 9.45^2 + \dots + 5.21^2 + 7.14^2 + 8.71^2}} = 0.26$$

$$r_{11}^n = \frac{9.45}{\sqrt{6.49^2 + 8.35^2 + 9.45^2 + \dots + 5.21^2 + 7.14^2 + 8.71^2}} = 0.29$$

Adım 4: Eşitlik 3.69, Eşitlik 3.70 ve Eşitlik 3.71'e göre ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi oluşturulmuştur. Ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi Tablo 5.69.'da belirtilmiştir.

Adım 5: Eşitlik 3.72'ye göre maksimum amaçlardan minumum amaçların çıkartılması yapılır. Çalışmada kriterlerin önem düzeyleri ölçüldüğünden tümü için maksimum amaç hedeflenmektedir. Bu nedenle Tablo 5.68.'daki toplam değerler \tilde{y}_i^* değerlerini ifade etmektedir.

Tablo 5.68. Ağırlıklı Normalize Bulanık Karar Matrisi

	A1			A2			A3		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
K1	0.092	0.186	0.264	0.087	0.178	0.258	0.096	0.190	0.266
K2	0.092	0.188	0.272	0.097	0.196	0.281	0.104	0.203	0.283
K3	0.060	0.139	0.227	0.059	0.137	0.225	0.060	0.140	0.230
K4	0.040	0.105	0.192	0.038	0.102	0.190	0.041	0.107	0.194
K5	0.034	0.096	0.186	0.036	0.100	0.192	0.044	0.111	0.200
K6	0.036	0.095	0.175	0.034	0.091	0.174	0.042	0.107	0.193
K7	0.063	0.134	0.207	0.059	0.130	0.205	0.061	0.133	0.207
K8	0.052	0.122	0.204	0.051	0.121	0.202	0.058	0.132	0.212
K9	0.066	0.144	0.219	0.066	0.145	0.222	0.068	0.147	0.222
K10	0.094	0.185	0.256	0.085	0.171	0.243	0.095	0.185	0.254
K11	0.102	0.197	0.271	0.101	0.194	0.265	0.112	0.210	0.278
K12	0.102	0.196	0.264	0.091	0.181	0.253	0.102	0.196	0.264
K13	0.071	0.152	0.229	0.056	0.127	0.206	0.067	0.148	0.229
K14	0.071	0.149	0.224	0.062	0.136	0.212	0.067	0.145	0.222
K15	0.057	0.133	0.213	0.045	0.111	0.192	0.054	0.127	0.211
K16	0.138	0.222	0.257	0.125	0.206	0.247	0.137	0.220	0.257
K17	0.150	0.235	0.265	0.135	0.218	0.254	0.146	0.230	0.262
K18	0.146	0.233	0.267	0.133	0.216	0.255	0.145	0.231	0.267
K19	0.101	0.189	0.254	0.093	0.177	0.243	0.102	0.190	0.254
K20	0.112	0.200	0.255	0.096	0.179	0.240	0.107	0.195	0.253
K21	0.104	0.190	0.253	0.093	0.176	0.243	0.101	0.187	0.253
Toplam \tilde{y}_i^*	1.785	3.491	4.954	1.641	3.293	4.804	1.809	3.533	5.009

Tablo 5.68.'in devamı Ağırlıklı Normalize Bulanık Karar Matrisi

	A4			A5			A6		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c
K1	0.072	0.156	0.237	0.070	0.149	0.226	0.074	0.159	0.243
K2	0.067	0.153	0.245	0.073	0.159	0.242	0.074	0.161	0.249
K3	0.055	0.131	0.221	0.051	0.122	0.207	0.052	0.125	0.215
K4	0.043	0.111	0.196	0.038	0.101	0.187	0.039	0.102	0.189
K5	0.037	0.101	0.193	0.032	0.089	0.174	0.036	0.100	0.194
K6	0.039	0.103	0.189	0.040	0.101	0.183	0.039	0.102	0.185
K7	0.062	0.135	0.209	0.059	0.129	0.202	0.063	0.136	0.212
K8	0.053	0.126	0.212	0.049	0.116	0.194	0.058	0.133	0.218
K9	0.060	0.136	0.213	0.060	0.133	0.207	0.062	0.140	0.222
K10	0.090	0.180	0.254	0.074	0.156	0.231	0.079	0.166	0.243
K11	0.086	0.175	0.252	0.092	0.179	0.249	0.092	0.180	0.252
K12	0.105	0.200	0.268	0.100	0.189	0.256	0.103	0.200	0.271
K13	0.059	0.133	0.214	0.065	0.144	0.224	0.068	0.147	0.225
K14	0.059	0.132	0.212	0.068	0.147	0.224	0.074	0.157	0.236
K15	0.048	0.118	0.202	0.056	0.130	0.215	0.057	0.136	0.222
K16	0.139	0.222	0.259	0.140	0.220	0.253	0.139	0.223	0.258
K17	0.142	0.227	0.264	0.141	0.223	0.255	0.151	0.235	0.264
K18	0.133	0.217	0.254	0.139	0.222	0.256	0.154	0.240	0.271
K19	0.094	0.183	0.253	0.098	0.184	0.247	0.105	0.194	0.258
K20	0.109	0.196	0.254	0.115	0.199	0.248	0.117	0.205	0.258
K21	0.085	0.169	0.242	0.101	0.186	0.249	0.108	0.198	0.262
Toplam \tilde{y}_i^*	1.638	3.303	4.843	1.659	3.277	4.727	1.743	3.438	4.946

Adım 6: Her bir alternatifin fayda kriteri açısından performans değerleri elde edildikten sonra bu değerler Eşitlik 3.79'a göre durulaştırılmıştır. Bu hesaplamaların ardından alternatifler oran yöntemine göre sıralanmış gösterimi Tablo 5.69.'da belirtilmiştir.

Tablo 5.69. Bulanık MOORA Oran Alternatiflerin Sıralanması

	Hepsiburada	Gittigidiyor	N11	Markafoni	Trendyol	Morhipo
Duru (\tilde{y}_i^*)	3.41	3.25	3.45	3.26	3.22	3.38
Sıralama	2	5	1	4	6	3

Durulaştırma işlemi Hepsiburada (A1) alternatifi için aşağıdaki gibidir.

$$Duru(\tilde{y}_1^*) = \frac{(4.954 - 1.785) + (3.491 - 1.785)}{3} + 1.785 = 3.41$$

Referans Nokta Yaklaşımı

Adım 1: Referans nokta yaklaşımı oran yöntemine dayalı olup fayda kriteri için maksimum, maliyet kriteri için minimum noktalar referans alınıp bulanık karar matrisinden uzaklıkları hesaplanır. Öncelikle ağırlıklı normalize bulanık karar matrisindeki her bir kriterin Eşitlik 3.80'e göre belirlenen alternatifler için maksimum değerleri Tablo 5.70.'de belirtilmiştir.

Tablo 5.70. Kriterlerin Maksimum Değerleri

	Maksimum		
	a	b	c
K1	0.096	0.190	0.266
K2	0.104	0.203	0.283
K3	0.060	0.140	0.230
K4	0.043	0.111	0.196
K5	0.044	0.111	0.200
K6	0.042	0.107	0.193
K7	0.063	0.136	0.212
K8	0.058	0.133	0.218
K9	0.068	0.147	0.222
K10	0.095	0.185	0.256
K11	0.112	0.210	0.278
K12	0.105	0.200	0.271
K13	0.071	0.152	0.229
K14	0.074	0.157	0.236
K15	0.057	0.136	0.222
K16	0.140	0.223	0.259
K17	0.151	0.235	0.265
K18	0.154	0.240	0.271
K19	0.105	0.194	0.258
K20	0.117	0.205	0.258
K21	0.108	0.198	0.262

Adım 2: Fayda kriterleri için maksimum noktalar belirlendikten sonra bu değerlere Tchebycheff Min-Max işlemi uygulanmış ve sıralama yapılmıştır. Tablo 5.71.'de Tchebycheff Min-Max işlemine dayanan referans noktalarının ağırlıklı bulanık karar matrisinden uzaklık değerleri belirtilmiştir. Daha sonra hesaplama sonuçlarına dayanan alternatiflerin sıralamaları Tablo 5.72.'de belirtilmiştir.

Tablo 5.71. Maksimum Referans Noktalarının Uzaklık Değerleri

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
K1	0.006	0.016	0.000	0.051	0.063	0.044
K2	0.022	0.010	0.000	0.073	0.068	0.062
K3	0.003	0.006	0.000	0.013	0.030	0.023
K4	0.007	0.011	0.005	0.000	0.013	0.012

Tablo 5.71.'nin devamı Maksimum Referans Noktalarının Uzaklık Değerleri

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
K5	0.023	0.015	0.000	0.015	0.036	0.015
K6	0.022	0.026	0.000	0.006	0.011	0.010
K7	0.005	0.010	0.005	0.003	0.012	0.000
K8	0.018	0.021	0.006	0.010	0.031	0.000
K9	0.005	0.004	0.000	0.016	0.023	0.009
K10	0.001	0.022	0.002	0.008	0.044	0.028
K11	0.018	0.023	0.000	0.050	0.047	0.044
K12	0.009	0.029	0.009	0.003	0.019	0.002
K13	0.000	0.038	0.006	0.028	0.012	0.008
K14	0.015	0.034	0.020	0.038	0.017	0.000
K15	0.010	0.041	0.015	0.029	0.009	0.000
K16	0.003	0.025	0.005	0.001	0.007	0.002
K17	0.001	0.026	0.008	0.012	0.019	0.001
K18	0.011	0.036	0.013	0.035	0.028	0.000
K19	0.008	0.026	0.006	0.017	0.017	0.000
K20	0.008	0.038	0.015	0.013	0.012	0.000
K21	0.013	0.032	0.016	0.043	0.019	0.000
Maks.	0.023	0.041	0.020	0.073	0.068	0.062

Tchebycheff Min-Max işlemi için Eşitlik 3.82'ye göre uzaklık değerleri hesaplanmıştır. Örneğin K1 kriteri için A1 alternatifinin uzaklık değeri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$d(\tilde{r}_1, \tilde{v}_{11}) = \sqrt{(0.096 - 0.092)^2 + (0.190 - 0.186)^2 + (0.266 - 0.264)^2} = 0.06$$

Tablo 5.72. Bulanık MOORA Referans Noktası Alternatiflerin Sıralama Değerleri

	Hepsiburada	Gittigidiyor	N11	Markafoni	Trendyol	Morhipo
$\min \left(\max_j d(\tilde{r}_j, \tilde{v}_{ij}) \right)$	0.023	0.041	0.020	0.073	0.068	0.062
Sıralama	2	5	1	4	6	3

Sıralama işleminde en küçük değer alan alternatif en iyi performansa sahip olmuştur.

Tam Çarpım Formu

Adım 1: Alternatiflerin genel faydasını ifade eden tam çarpım formu değerleri Eşitlik 3.83'e göre hesaplanmıştır. Tüm kriterler fayda amaçlı olduğundan payda kısmı

için işlem yapılmamış pay kısmını ifade eden fayda kriterleri birbiri ile çarpılmıştır. Tam çarpım formu hesaplama değerleri ve sıralamalar Tablo 5.73.'te belirtilmiştir.

Tablo 5.73. Bulanık MOORA Tam Çarpım Alternatiflerin Performans Sıralaması

	Hepsiburada	Gittigidiyor	N11	Markafoni	Trendyol	Morhipo
$\prod_{j=1}^g \tilde{x}_{ij}$	5.00E+19	2.58E+19	6.53E+19	3.18E+19	1.90E+19	4.99E+19
Sıralama	2	5	1	4	6	3

5.5.4. Bulanık WASPAS Yöntemi ile Çözüm

Adım 1: 59 karar vericinin alternatifler ve kriterler adına değerlendirmesi sonucu oluşan değerler Eşitlik 3.35 ve Eşitlik 3.36'ya göre tek bir değere indirgenmiştir.

Adım 2: Kriterler ve alternatifler tek değere indirgendikten sonra bulanık karar matrisi (Tablo 5.47.) ve bulanık ağırlık matrisi (Tablo 5.45.) oluşturulmuştur.

Adım 3: Eşitlik 3.84'e göre fayda kriterleri için normalize bulanık karar matrisi oluşturulmuştur. Normalize bulanık karar matrisi Tablo 5.74.'de verilmiştir.

Tablo 5.74. Bulanık WASPAS Normalize Bulanık Karar Matrisi

	A1			A2			A3			A4			A5			A6		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
K1	0.68	0.88	0.99	0.64	0.84	0.97	0.71	0.89	1.00	0.53	0.73	0.89	0.52	0.70	0.85	0.55	0.75	0.91
K2	0.61	0.81	0.96	0.63	0.84	0.99	0.68	0.87	1.00	0.44	0.66	0.87	0.48	0.68	0.86	0.49	0.69	0.88
K3	0.64	0.85	0.99	0.63	0.83	0.98	0.64	0.85	1.00	0.58	0.80	0.96	0.54	0.74	0.90	0.55	0.76	0.94
K4	0.60	0.81	0.98	0.57	0.79	0.97	0.61	0.82	0.99	0.65	0.85	1.00	0.57	0.78	0.96	0.58	0.79	0.97
K5	0.51	0.73	0.93	0.53	0.76	0.96	0.64	0.85	1.00	0.54	0.76	0.97	0.47	0.68	0.87	0.53	0.76	0.97
K6	0.55	0.75	0.91	0.51	0.72	0.90	0.64	0.85	1.00	0.60	0.81	0.98	0.61	0.80	0.95	0.59	0.81	0.96
K7	0.68	0.86	0.98	0.64	0.83	0.97	0.66	0.85	0.98	0.67	0.86	0.99	0.64	0.83	0.95	0.68	0.87	1.00
K8	0.57	0.77	0.94	0.56	0.76	0.93	0.63	0.83	0.97	0.58	0.79	0.98	0.53	0.73	0.89	0.63	0.84	1.00
K9	0.67	0.87	0.99	0.67	0.87	1.00	0.70	0.89	1.00	0.62	0.82	0.96	0.61	0.80	0.93	0.64	0.85	1.00
K10	0.71	0.89	1.00	0.64	0.82	0.95	0.71	0.89	0.99	0.68	0.87	0.99	0.56	0.75	0.90	0.59	0.80	0.95
K11	0.62	0.82	0.98	0.61	0.81	0.95	0.68	0.88	1.00	0.52	0.73	0.91	0.56	0.75	0.89	0.56	0.75	0.91
K12	0.65	0.84	0.97	0.58	0.78	0.93	0.65	0.84	0.97	0.66	0.86	0.99	0.63	0.81	0.95	0.65	0.86	1.00
K13	0.70	0.89	1.00	0.55	0.74	0.90	0.66	0.86	1.00	0.58	0.78	0.93	0.64	0.84	0.98	0.67	0.86	0.98
K14	0.67	0.84	0.95	0.59	0.77	0.90	0.63	0.82	0.94	0.56	0.75	0.90	0.65	0.83	0.95	0.70	0.89	1.00
K15	0.65	0.84	0.96	0.51	0.70	0.87	0.60	0.80	0.95	0.54	0.74	0.91	0.63	0.82	0.97	0.65	0.86	1.00
K16	0.73	0.90	0.99	0.66	0.84	0.95	0.72	0.89	0.99	0.73	0.90	1.00	0.74	0.89	0.97	0.73	0.90	0.99
K17	0.75	0.92	1.00	0.68	0.85	0.96	0.73	0.90	0.99	0.72	0.89	0.99	0.71	0.87	0.96	0.76	0.92	1.00
K18	0.73	0.90	0.99	0.66	0.83	0.94	0.72	0.89	0.98	0.66	0.84	0.94	0.69	0.86	0.94	0.76	0.93	1.00
K19	0.66	0.86	0.98	0.61	0.80	0.94	0.67	0.86	0.98	0.62	0.83	0.98	0.65	0.83	0.95	0.69	0.88	1.00
K20	0.70	0.89	0.99	0.61	0.79	0.93	0.67	0.86	0.98	0.68	0.87	0.99	0.72	0.88	0.96	0.74	0.91	1.00
K21	0.67	0.85	0.96	0.60	0.79	0.93	0.65	0.83	0.96	0.54	0.75	0.92	0.65	0.83	0.95	0.70	0.88	1.00

Normalize işleminde karar matrisindeki kriterlerin her bir alternatif için aldıkları değerlerin en yüksek değerleri belirlenir. Örneğin K1 kriteri için karar matrisini ifade eden Tablo 5.47.'ye bakıldığında en yüksek değer 9.54 olduğu görülmektedir. K1 kriteri için alternatiflerin normalize değerleri karar matrisindeki tüm değerlerin 9.54'e bölünmesi ile elde edilir. K1 kriterinin A1 alternatifi için normalize değeri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$\tilde{r}_{11} = \frac{(6.49, 8.35, 9.45)}{9.54} = 0.68, 0.88, 0.99$$

Adım 4: Ardından her bir alternatif adına kriterlerin göreceli ağırlıklandırma işlemi Ağırlıklı Toplam Modeli'ne (ATM) göre hesaplanmıştır. Eşitlik 3.86'ya göre hesaplanan değerler Tablo 5.75.'de verilmiştir.

Tablo 5.75. Ağırlıklı Toplam Modeli'ne Göre Ağırlıklandırma

	A1			A2			A3			A4			A5			A6			
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	
K1	0.31	0.63	0.89	0.29	0.60	0.87	0.32	0.64	0.90	0.24	0.53	0.80	0.24	0.50	0.76	0.25	0.54	0.82	
K2	0.30	0.61	0.88	0.31	0.64	0.91	0.34	0.66	0.92	0.22	0.50	0.80	0.24	0.52	0.79	0.24	0.52	0.81	
K3	0.21	0.47	0.77	0.20	0.47	0.77	0.20	0.48	0.78	0.19	0.45	0.75	0.17	0.42	0.71	0.18	0.42	0.73	
K4	0.14	0.36	0.66	0.13	0.35	0.65	0.14	0.37	0.67	0.15	0.38	0.67	0.13	0.35	0.64	0.13	0.35	0.65	
K5	0.11	0.31	0.60	0.12	0.33	0.63	0.14	0.36	0.65	0.12	0.33	0.63	0.10	0.29	0.57	0.12	0.33	0.63	
K6	0.12	0.32	0.59	0.11	0.31	0.58	0.14	0.36	0.65	0.13	0.35	0.63	0.13	0.34	0.61	0.13	0.34	0.62	
K7	0.22	0.48	0.74	0.21	0.46	0.73	0.22	0.47	0.74	0.22	0.48	0.74	0.21	0.46	0.72	0.22	0.49	0.75	
K8	0.18	0.41	0.68	0.17	0.40	0.68	0.19	0.44	0.71	0.18	0.42	0.71	0.16	0.39	0.65	0.19	0.45	0.73	
K9	0.24	0.51	0.78	0.23	0.51	0.79	0.24	0.52	0.79	0.21	0.48	0.76	0.21	0.47	0.74	0.22	0.50	0.79	
K10	0.33	0.65	0.90	0.30	0.60	0.85	0.33	0.65	0.89	0.32	0.63	0.89	0.26	0.55	0.81	0.28	0.58	0.86	
K11	0.34	0.66	0.91	0.34	0.65	0.89	0.37	0.70	0.93	0.29	0.59	0.84	0.31	0.60	0.83	0.31	0.60	0.84	
K12	0.36	0.69	0.92	0.32	0.63	0.89	0.36	0.69	0.92	0.37	0.70	0.94	0.35	0.66	0.90	0.36	0.70	0.95	
K13	0.25	0.53	0.80	0.20	0.44	0.72	0.23	0.51	0.80	0.21	0.46	0.74	0.23	0.50	0.78	0.24	0.51	0.78	
K14	0.24	0.51	0.77	0.21	0.47	0.73	0.23	0.50	0.76	0.20	0.45	0.73	0.23	0.50	0.77	0.25	0.54	0.81	
K15	0.19	0.45	0.71	0.15	0.37	0.65	0.18	0.43	0.71	0.16	0.40	0.68	0.19	0.44	0.72	0.19	0.46	0.75	
K16	0.51	0.82	0.95	0.46	0.76	0.91	0.51	0.81	0.95	0.51	0.82	0.96	0.52	0.81	0.93	0.51	0.82	0.95	
K17	0.56	0.87	0.98	0.50	0.81	0.94	0.54	0.85	0.97	0.53	0.84	0.98	0.52	0.83	0.95	0.56	0.87	0.98	
K18	0.53	0.85	0.97	0.48	0.78	0.93	0.53	0.84	0.97	0.48	0.79	0.92	0.50	0.81	0.93	0.56	0.87	0.98	
K19	0.36	0.67	0.90	0.33	0.63	0.86	0.36	0.67	0.90	0.33	0.65	0.90	0.35	0.65	0.87	0.37	0.69	0.91	
K20	0.40	0.72	0.92	0.35	0.65	0.87	0.39	0.70	0.92	0.39	0.71	0.92	0.41	0.72	0.90	0.42	0.74	0.93	
K21	0.36	0.66	0.87	0.32	0.61	0.84	0.35	0.65	0.87	0.29	0.58	0.84	0.35	0.64	0.86	0.37	0.68	0.91	
Toplam	\tilde{Q}_i	6.25	12.17	17.21	5.74	11.47	16.67	6.33	12.30	17.38	5.75	11.53	16.83	5.82	11.44	16.43	6.11	12.00	17.18

Ağırlık toplam modeline göre ağırlıklandırma işleminde kriter ağırlıkları ile normalize bulanık matris değerleri çarpılır ve bu değerler alternatifler bazında toplanır. Örneğin K1 kriteri için A1 alternatifinin ağırlık değeri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$\tilde{Q}_{11} = (0.68, 0.88, 0.99) \otimes (0.46, 0.72, 0.90) = (0.31, 0.63, 0.89)$$

Adım 4: Ağırlıklı toplam modeli'ne göre ağırlıklandırma yapıldıktan sonra aynı şekilde her bir alternatif adına kriterlerin göreceli ağırlıklandırma işlemi Ağırlıklı Çarpım Modeli'ne (AÇM) göre hesaplanmıştır. Eşitlik 3.87'ye göre hesaplanan değerler Tablo 5.76'de verilmiştir.

Tablo 5.76. Ağırlıklı Çarpım Modeli'ne Göre Ağırlıklandırma

	A1			A2			A3			A4			A5			A6			
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	
K1	0.71	0.91	1.00	0.67	0.88	0.99	0.73	0.92	1.00	0.57	0.80	0.95	0.55	0.77	0.93	0.58	0.81	0.96	
K2	0.63	0.85	0.98	0.66	0.88	1.00	0.70	0.90	1.00	0.47	0.73	0.93	0.51	0.75	0.93	0.52	0.76	0.94	
K3	0.71	0.91	1.00	0.69	0.90	0.99	0.71	0.91	1.00	0.66	0.88	0.99	0.62	0.85	0.97	0.63	0.86	0.98	
K4	0.71	0.91	1.00	0.68	0.90	0.99	0.72	0.92	1.00	0.75	0.93	1.00	0.69	0.90	0.99	0.69	0.90	0.99	
K5	0.64	0.87	0.98	0.66	0.89	0.99	0.75	0.93	1.00	0.67	0.89	0.99	0.61	0.85	0.97	0.66	0.89	0.99	
K6	0.68	0.88	0.98	0.65	0.87	0.98	0.75	0.93	1.00	0.72	0.92	1.00	0.72	0.91	0.99	0.71	0.91	0.99	
K7	0.74	0.92	0.99	0.71	0.90	0.99	0.73	0.92	0.99	0.74	0.92	1.00	0.71	0.90	0.98	0.74	0.93	1.00	
K8	0.66	0.87	0.98	0.65	0.86	0.98	0.71	0.90	0.99	0.67	0.88	0.99	0.63	0.85	0.97	0.71	0.91	1.00	
K9	0.73	0.92	0.99	0.73	0.92	1.00	0.75	0.93	1.00	0.68	0.89	0.99	0.68	0.88	0.98	0.70	0.91	1.00	
K10	0.73	0.92	1.00	0.67	0.87	0.98	0.74	0.92	1.00	0.71	0.90	1.00	0.59	0.81	0.95	0.63	0.85	0.98	
K11	0.64	0.85	0.99	0.63	0.85	0.97	0.70	0.90	1.00	0.55	0.78	0.95	0.58	0.79	0.94	0.58	0.80	0.95	
K12	0.66	0.87	0.99	0.59	0.82	0.96	0.66	0.87	0.99	0.68	0.89	0.99	0.65	0.85	0.97	0.67	0.89	1.00	
K13	0.75	0.93	1.00	0.62	0.84	0.96	0.72	0.92	1.00	0.65	0.86	0.97	0.70	0.90	0.99	0.72	0.91	0.99	
K14	0.72	0.90	0.98	0.65	0.85	0.96	0.69	0.89	0.98	0.62	0.84	0.96	0.70	0.89	0.98	0.75	0.93	1.00	
K15	0.72	0.91	0.99	0.60	0.83	0.96	0.69	0.89	0.98	0.63	0.85	0.97	0.71	0.90	0.99	0.72	0.92	1.00	
K16	0.74	0.91	0.99	0.67	0.85	0.97	0.73	0.90	0.99	0.74	0.91	1.00	0.75	0.90	0.98	0.74	0.91	1.00	
K17	0.76	0.92	1.00	0.68	0.86	0.97	0.74	0.91	0.99	0.72	0.90	1.00	0.71	0.88	0.97	0.76	0.93	1.00	
K18	0.73	0.90	0.99	0.67	0.84	0.96	0.72	0.90	0.99	0.67	0.85	0.96	0.70	0.86	0.96	0.77	0.93	1.00	
K19	0.69	0.89	0.99	0.64	0.84	0.97	0.70	0.89	0.99	0.64	0.86	0.99	0.67	0.87	0.98	0.71	0.90	1.00	
K20	0.72	0.91	0.99	0.63	0.83	0.96	0.69	0.89	0.99	0.70	0.89	0.99	0.74	0.90	0.98	0.75	0.93	1.00	
K21	0.69	0.88	0.98	0.63	0.83	0.96	0.68	0.87	0.98	0.58	0.80	0.96	0.67	0.87	0.97	0.72	0.91	1.00	
Çarpım	\tilde{P}_i	0.00	0.10	0.81	0.00	0.04	0.59	0.00	0.12	0.87	0.00	0.05	0.64	0.00	0.04	0.52	0.00	0.08	0.78

Ağırlıklı çarpım modeline göre ağırlıklandırma işleminde normalize bulanık matris değerlerinin kriter ağırlıkları derecesinde üssü alınır ve oluşan bu değerler

alternatifler bazında çarpılır. Örneğin K1 kriteri için A1 alternatifinin ağırlık değeri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$\tilde{P}_{11} = (0.68^{0.46}, 0.88^{0.72}, 0.99^{0.90}) = (0.31, 0.63, 0.89)$$

Adım 5: Ağırlıklandırma işleminden sonra her bir alternatif için durulaştırma işlemi (\tilde{Q}_i) için Eşitlik 3.88'e göre (\tilde{P}_i) için 3.99'a göre yapılmış ve Tablo 5.77.'belirtilmiştir.

Tablo 5.77. Alternatiflerin Durulaştırılmış Değerleri

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Duru (Q_i)	11,88	11,29	12,01	11,37	11,23	11,77
Duru (P_i)	0,30	0,21	0,33	0,23	0,19	0,29

Durulaştırma işleminde üçgen bulanık sayıların toplamı alınır ve 3'e bölünerek ortalaması alınır. Örneğin Q_i değeri için A1 alternatifinin durulaştırılmış değeri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$Q_1 = \frac{1}{3}(6.25 + 12.17 + 17.21) = 11.88$$

Adım 6: Son adımda ise her bir alternatifin birleşik optimal değeri Eşitlik 3.90'a göre hesaplanmıştır. Ardından hesaplama değerlerine göre sıralama yapılmış ve Tablo 5.78.'da belirtilmiştir.

Tablo 5.78. Bulanık WASPAS Alternatiflerin Performans Sıralaması

	Hepsiburada	Gittigidiyor	N11	Markafoni	Trendyol	Morhipo
K_i	6.09	5.75	6.17	5.8	5.71	6.03
Sıralama	2	5	1	4	6	3

K_i değerleri ağırlıklı toplam ve ağırlık çarpım değerlerinin birleşik optimallik katsayısı ile ayrı ayrı çarpımlarının toplanması şeklinde hesaplanır. Burada birleşik optimallik katsayısı $\lambda = 0.5$ alınmıştır. Örneğin A1 alternatifi için K_1 değeri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$K_1 = (0.5 * 11.88) + (0.5 * 0.3) = 6.09$$

Dört yöntem için hem duru hem de bulanık sayılarla analiz edilen performans sıralama sonuçları Excel'de hesaplanmıştır. Sonuçları kontrol etmek amaçlı olarak karar vericilerin verdikleri karar değerlerinin tek değere inmiş halleri ve bütünleşmiş kriter ağırlıkları R Programı'na girilmiş ve burada ÇKKV ve Bulanık ÇKKV yöntemleri için mevcut olan hazır hesaplama paketleri yardımıyla hesaplanmıştır. R Program sonuçları Ek-5'te verilmiştir.



6. BÖLÜM: SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde ilk olarak beşinci bölümde elde edilen analiz sonuçları doğrultusunda yorumlamalar yapılacaktır. Alternatiflerin performanslarını değerlendirmek için hesaplanan ÇKKV yöntemlerinin ve bulanık ÇKKV yöntemlerinin sonuçlarının alternatifler adına sıralama değerleri karşılaştırılacaktır.

Son kısımda ise bu çalışmanın çevrimiçi alışveriş sektörü açısından ve akademik açıdan ne gibi katkılar sunduğu, çalışmanın eksik görülen yönleri ve bundan sonraki çalışmalarda bu ve benzeri çalışmaları daha güçlü hale getirmek için ne gibi önerilerin sunulabileceği ve kısıtlar tartışılacaktır.

6.1. SONUÇ

Çalışmada 59 değerlendirici 6 alternatifi, 7 ana kriter ve 21 alt kriter altında değerlendirmiştir. Kriterlerin önem ağırlık değerleri, ana kriterlerin ve alt kriterlerin ağırlıklarının hesaplanmasından sonra bu iki değer çarpılması sonucunda bütünleşik önem ağırlığı olarak hesaplanmıştır. Önem ağırlıkları, değerlendiricilerin dilsel değişkenler yardımıyla 7'li ölçeğe göre verdikleri değerler sonucunda hem duru sayılar olarak hem de bulanık sayılara çevrilerek ayrı ayrı hesaplanmıştır. Hesaplama sonucunda önem ağırlıklarına göre kriterlerin ne derecede önemli oldukları çevrimiçi alışveriş sitelerinin performansını etkileyen önemli göstergeler olmuştur.

Ana kriter ağırlıklarına bakıldığında duru değerler için güvenlik/güvenilirlik/gizlilik ana kriteri ilk sırada çıkarken kampanya ana kriteri önem düzeyi açısından en düşük değer olarak ortaya çıkmıştır. Bulanık değerlere bakıldığında ise ana kriterlerin üçgen bulanık değerleri açısından alt, orta ve üst değerleri olarak en yüksek değeri alan ana kriter güvenlik/güvenilirlik/gizlilik olmuştur. Aynı şekilde önem değeri açısından kampanya ana kriteri en düşük değeri alan ana kriter olmuştur. Ana kriter önem ağırlıkları için ilk ve son sırada çıkan ana kriterler duru ve bulanık değerler açısından farklılık oluşturmamıştır. Dördüncü bölümde ayrıntılı incelenen literatürde genel olarak en önemli kriter güvenlik ve gizlilik kriteri olmuştur. Kampanya kriteri de aynı şekilde yapılan çalışmalarda önem düzeyi açısından düşük sıralarda yer almıştır. Bu anlamda bu çalışmada en yüksek önem değerine sahip olan güvenlik/güvenilirlik/gizlilik ana kriteri ile en düşük önem düzeyine sahip olan kampanya ana kriteri literatürle uyumlu sonuç göstermiştir.

Bütünleşik kriter ağırlıklarına bakıldığında duru değerler için ödeme güvenliği kriteri ilk sırada çıkarken güncel kampanya sayısı son sırada çıkmıştır. Bulanık değerler açısından alt, orta ve üst değerleri olarak en yüksek değeri alan ödeme güvenliği kriteri olurken en düşük değeri alan kriter ise güncel kampanya sayısı olmuştur. Bütünleşik kriter önem ağırlıkları için ilk ve son sırada çıkan kriterler duru ve bulanık değerler açısından farklılık oluşturmamıştır.

Alternatiflerin performanslarının değerlendirilmesi adına dört tane ÇKKV yöntemi kullanılmıştır. (1) TOPSIS yöntemi için iki farklı normalizasyon yöntemi uygulanmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. (2) VIKOR yöntemi uygulanmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. (3) MOORA yöntemi için oran, referans noktası ve tam çarpım yöntemleri uygulanmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. (4) WASPAS yöntemi uygulanmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Tablo 6.1.'de ÇKKV yöntemleri açısından alternatiflerin sıralaması verilmiştir.

Tablo 6.1. Alternatiflerin ÇKKV Yöntemleri Açısından Sıralanması

ÇKKV Yöntemleri	Sıralama					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
TOPSIS (vektör normalizasyon)	A3	A1	A6	A2	A4	A5
TOPSIS (doğrusal normalizasyon)	A3	A1	A6	A2	A4	A5
VIKOR (Q_i)	A3	A1	A6	A4	A5	A2
MOORA (oran)	A3	A1	A6	A4	A2	A5
MOORA (referans noktası)	A3	A1	A2	A6	A5	A4
MOORA (tam çarpım)	A3	A1	A6	A4	A2	A5
WASPAS	A3	A1	A6	A4	A2	A5

Tablo 6.1.'e bakıldığında TOPSIS yöntemi için; her iki normalizasyon yöntemi için de tüm alternatiflerin sıralama değeri aynıdır. A3 alternatifi birinci sırada yer alırken onu sırasıyla A1, A6, A2, A4 alternatifleri takip etmiş ve A5 alternatifi ise son sırada yer almıştır. TOPSIS yöntemi için oluşan sıralama sonucunda iki normalizasyon yöntemi arasında bir fark olmadığı sonucuna varılmıştır. VIKOR yöntemi için Tablo 6.1.'de verilen değerler (Q_i) değerlerinin küçükten büyüğe sıralanmış halleridir. Burada A3 ve A6 alternatifleri kabul edilebilir istikrar kümesini oluşturmuştur. VIKOR yöntemi için (Q_i) değerleri sıralaması için ilk üç sıralama A3, A1 ve A6'dan oluşurken dördüncü sırada A4, beşinci sırada A5 ve son sırada A2 çıkmıştır. MOORA

yöntemi için; oran ve tam çarpım yöntemleri için sıralama aynı çıkmıştır. Referans noktası yöntemi için ise ilk iki değer aynı sıralamada oluşurken üçüncü değer A2 (0.0026), dördüncü değer A6 (0.0041) beşinci değer A5 (0.0042) ve altıncı değer A4 (0.0047) şeklinde oluşmuştur. A6, A5 ve A4 alternatifleri sonuç değerleri birbirine yakın değerler olarak ortaya çıkmış olup oran ve tam çarpım formundan farklılık oluşturmuştur. WASPAS yöntemi için sıralama sonuçları MOORA oran ve tam çarpım yöntemleri ile aynı oluşmuştur.

ÇKKV yöntemleri ile çevrimiçi alışveriş sitelerinin performanslarının değerlendirilmesi analiz sonuçlarına bakıldığında tüm yöntemler için A3 alternatifi olan N11 alışveriş sitesi birinci sırada çıkmıştır. A1 alternatifi olan Hepsiburada alışveriş sitesi aynı şekilde tüm yöntemler için ikinci sırada çıkarken, A6 alternatifi olan Morhipo, MOORA referans noktası yöntemi dışında tüm yöntemlerde üçüncü sırada çıkmıştır. Bu sonuçlara bakıldığında performans olarak en tercih edilebilir çevrimiçi alışveriş sitesi N11 olmuştur.

Alternatiflerin performanslarının değerlendirilmesi adına bulanık ÇKKV yöntemlerinin analiz sonuçları Tablo 6.2.'de verilmiştir.

Tablo 6.2. Alternatiflerin Bulanık ÇKKV Yöntemleri Açısından Sıralanması

Bulanık ÇKKV Yöntemleri	Sıralama					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
TOPSIS (vektör normalizasyon)	A3	A1	A6	A2	A4	A5
TOPSIS (doğrusal normalizasyon)	A3	A1	A6	A4	A2	A5
VIKOR (Q_i)	A3	A1	A6	A5	A4	A2
MOORA (oran)	A3	A1	A6	A4	A2	A5
MOORA (referans noktası)	A3	A1	A6	A4	A2	A5
MOORA (tam çarpım)	A3	A1	A6	A4	A2	A5
WASPAS	A3	A1	A6	A4	A2	A5

Tablo 6.2.'ye bakıldığında bulanık TOPSIS yöntemi için; her iki normalizasyon yöntemi için de ilk üç sıralama A3, A1 ve A6 alternatifleri için oluşurken dördüncü ve beşinci sıralamalarda A2 ve A4 alternatifi için farklılık oluşmuştur. TOPSIS (vektör normalizasyon) için dördüncü değer A2 (0.502), beşinci değer A4 (0.397) şeklinde oluşurken, TOPSIS (doğrusal normalizasyon) için dördüncü değer A4 (0.534), beşinci

değer A2 (0.532) şeklinde olmuştur. Bulanık TOPSIS için normalizasyon açısından A2 ve A4 alternatifleri için farklı sıralama ortaya çıkmış olsa da bu farklılık çok küçük değerlerde oluşmuştur. Altıncı sıradaki alternatif her ikisi için de A5 olmuştur. Bulanık TOPSIS yöntemi için oluşan sıralama sonucunda iki normalizasyon yöntemi arasında ilk üç ve son sıradaki alternatif sıralama sonucunda bir fark olmadığı sonucuna varılmıştır. Bulanık VIKOR yöntemi için Tablo 6.2.'de verilen değerler (Q_i) değerlerinin küçükten büyüğe sıralanmış halleridir. İlk üç sıralama aynı şekilde A3, A1 ve A6'dan oluşurken dördüncü sırada A5, beşinci sırada A4 ve son sırada A2 çıkmıştır. Burada A3 ve A6 alternatifleri uzlaştırıcı çözüm kümesini oluşturmuştur. Bulanık MOORA yöntemi için; oran, tam çarpım ve referans noktası yöntemleri için sıralama aynı çıkmıştır. Bulanık MOORA yöntemi için A3 alternatifi birinci sırada yer alırken onu sırasıyla A1, A6, A4, A2 alternatifi takip etmiş A5 alternatifi ise son sırada yer almıştır. Aynı şekilde Bulanık WASPAS yöntemi için sıralama sonuçları MOORA yöntemi ile aynı oluşmuştur.

Bulanık ÇKKV yöntemleri ile çevrimiçi alışveriş sitelerinin performanslarının değerlendirilmesi analiz sonuçlarına bakıldığında tüm yöntemler için A3 alternatifi olan N11 alışveriş sitesi birinci sırada, A1 alternatifi olan Hepsiburada ikinci sırada, A6 alternatifi olan Morhipo üçüncü sırada çıkmıştır. Bu sonuçlara bakıldığında performans olarak en tercih edilebilir çevrimiçi alışveriş sitesi N11 olmuştur.

Alternatiflerin performanslarının değerlendirilmesi adına ÇKKV yöntemleri ve bulanık ÇKKV yöntemlerinin sıralamalarının karşılaştırılması yapılmıştır. Tablo 6.3.'de yapılan bu sıralamaların bütün şekilde karşılaştırılması verilmiştir.

Tablo 6.3. Alternatiflerin ÇKKV ve Bulanık ÇKKV Yöntemleri Açısından Sıralamalarının karşılaştırılması

	Sıralama: Duru (D), Bulanık (B)											
	1.		2.		3.		4.		5.		6.	
ÇKKV Yöntemleri	D	B	D	B	D	B	D	B	D	B	D	B
TOPSIS (vektör normalizasyon)	A3	A3	A1	A1	A6	A6	A2	A2	A4	A4	A5	A5
TOPSIS (doğrusal normalizasyon)	A3	A3	A1	A1	A6	A6	A2	A4	A4	A2	A5	A5
VIKOR	A3	A3	A1	A1	A6	A6	A4	A5	A5	A4	A2	A2
MOORA (oran)	A3	A3	A1	A1	A6	A6	A4	A4	A2	A2	A5	A5
MOORA (referans noktası)	A3	A3	A1	A1	A2	A6	A6	A4	A5	A2	A4	A5
MOORA (tam çarpım)	A3	A3	A1	A1	A6	A6	A4	A4	A2	A2	A5	A5
WASPAS	A3	A3	A1	A1	A6	A6	A4	A4	A2	A2	A5	A5

Tablo 6.3.'e bakıldığında ilk üç sıra için hem duru hem de bulanık sayılar ile yapılan hesaplamalar sonucunda MOORA referans noktası yöntemi duru hali dışında bir farklılık ortaya çıkmamıştır. Her iki sayı türüne göre yapılan hesaplamalar sonucunda A3 alternatifi birinci sırada çıkarak performansı en yüksek alternatif olurken, A5 alternatifi ise VIKOR yöntemi ve MOORA referans noktası yöntemi duru hali dışında tüm yöntemler için son sırada yer alarak performansı en düşük alternatif olmuştur. MOORA referans noktası (duru) için beşinci değer A5 (0.0042), altıncı değer A4 (0.0047) şeklinde oluşmuştur. A5 ve A4 alternatifleri için farklı sıralama ortaya çıkmış olsa da bu farklılık çok küçük değerlerde oluşmuştur.

Alternatifler açısından A3 alternatifi olan N11 tüm yöntemler ve her iki sayı türünde de birinci alternatif olarak performansı en yüksek alternatif olarak ortaya çıkmıştır. Bu sonuç altı alternatif arasında N11 çevrimiçi alışveriş sitesinin en ideal çözüm olduğunun göstergesidir.

Sıralamalar için oluşan analiz sonuçlarına göre özellikle ilk üç sıra için alternatifleri değerlendirmek adına duru sayılar ile yapılan hesaplamalar ile üçgen bulanık sayılar ile yapılan hesaplamalar arasında bir fark olmadığı görülmüştür. Son üç sıralama için duru ve bulanık sayı türünde farklılıklar ortaya çıkmış olsa da bu farklar çok küçük değerler olarak oluşmuş ve genel anlamda sıralamalar benzerlik göstermiştir. Dördüncü ve beşinci sıralama için duru ve bulanık sayılar arasında TOPSIS doğrusal normalizasyon, VIKOR ve MOORA referans noktası arasında farklılık oluşurken, altıncı sıralama için sadece MOORA referans noktası yöntemi için duru ve bulanık hal için farklılık oluşmuştur.

Bu çalışmada bu kısma kadar verilen tüm bilgiler doğrultusunda aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Çevrimiçi alışveriş ile ilgili literatürde dört tane yöntemi aynı anda kullanılıp hem duru hem de bulanık halleriyle analiz yapan bir çalışmaya rastlanmamıştır.
- Çalışmada 6 ana kriter ve 21 alt kriter kullanılmıştır. Kriterler literatür taraması sonucu elde edilmiştir. Literatürde rastlanmayan ödeme güvenliği kriteri tespit edilmiş ve literatüre katkısı amaçlanmıştır.

- Uzman değerlendirici grubu hacmi literatürdeki çalışmalara göre yüksek sayıda belirlenmiştir. Değerlendirici sayısının yüksek sayıda oluşturulması tüketicilerin görüşlerini daha geniş bir temsil oranıyla elde etmek amacına dayanmaktadır.

- Ana kriter önem ağırlıklarına bakıldığında hem duru hem de bulanık değerler için güvenlik/güvenilirlik/gizlilik ana kriteri önem düzeyi açısından ilk sırada çıkarken, kampanya ana kriteri en alt sırada çıkmıştır.

- Bütünleşmiş kriter önem ağırlıklarına bakıldığında hem duru hem de bulanık değerler için ödeme güvenliği alt kriteri önem düzeyi açısından ilk sırada çıkarken, güncel kampanya sayısı alt kriteri en alt sırada çıkmıştır.

- Bu çalışmanın sonuçlarına göre ÇKKV yöntemleri ile analiz yaparken sadece duru sayıları kullanmanın bir sakınca oluşturmadığı, bulanık sayıların bu anlamda önemli bir katkı sunmadığı görülmüştür. Bulanık sayılarla yapılan analizlerde gerek dilsel değişkenlerin bulanık sayılara çevrilmesi gerekse hesaplama zorlukları duru sayıların tercih edilme sebepleri olarak öne çıkabilir. Aynı şekilde Saaty ve Tran (2010) çalışmalarında 9 tane örneği AHP yöntemi ile hem duru hem de bulanık sayılarla değerlendirmiş ve bulanık yaklaşımın bir fark oluşturmadığı sonucuna varmışlardır. Saaty ve Tran'ın çalışması bu çalışmadan çıkan sonucu destekler niteliktedir.

- Duru haller için TOPSIS, VIKOR, MOORA ve WASPAS yöntemlerinin karşılaştırılması adına çıkan sıralama değerleri bu çalışma için yöntemler arasında çok büyük farklılıkların olmadığını göstermiştir.

- Bulanık haller için TOPSIS, VIKOR, MOORA ve WASPAS yöntemlerinin karşılaştırılması adına çıkan sıralama değerleri bu çalışma için yöntemler arasında çok büyük farklılıkların olmadığını göstermiştir.

- Bu çalışmanın sonuçları çevrimiçi alışveriş sektörü açısından tüketicilerin beklentilerini ölçmek için önemli göstergeler oluşturmuştur. Teknolojik gelişmelerin artışıyla beraber çevrimiçi alışveriş sektörü de bu oranda değer kazanmaktadır.

Tüketicilerin çevrimiçi alışverişten beklentilerini ve hangi kriterlerin onlar için önemli olduğunun tespiti, hızla gelişen bu sektör içinde rekabet etmek adına oldukça avantajlı bir durum olacaktır. Örneğin telefonumuza indirdiğimiz uygulama sayesinde 5-10 dakika gibi kısa sürede bile alışveriş yapma imkânımız vardır. Sonuç olarak bu çalışma hem kriterlerin önem değerlerinin ölçülmesi hem de alternatiflerin performanslarının değerlendirilmesi açısından fikir oluşturmakla beraber, değerlendiricilerin anket formunda yer alan “internet alışveriş deneyimleri” bilgilerinden elde edilen sonuçların analizi de dikkate değerdir.

6.2. ÖNERİ VE KISITLAR

ÇKKV yöntemleri kriterleri nitelik ve nicelik açısından değerlendiren çözüm işlemleri bütünüdür. Bu çalışmada dört yöntem için duru sayılar ve bulanık sayılar ile değerlendirme yapılmıştır. Veriler değerlendiricilerden anket yoluyla elde edilmiştir. Her ne kadar tüm kriterler ayrıntılı olarak açıklansa da nitel veriler açısından eksik değerlendirmeler, belirtileni net olarak anlamama durumları ortaya çıkabilecektir.

Maddi olanakların (zaman, tüm kitleye ulaşma, para) kısıtlı olmasından dolayı değerlendirici kitlesi için akademik ve idari personel tercih edilmiştir. Anketin uygulandığı kitle gelir düzeyi açısından belli bir düzeyin üstünde olan kitledir. Bu nedenle her seviyeden değerlendiricinin olduğu tüm kitleyi temsil eden homojen bir katılımcı yapısı sağlanamamıştır. Bu durum bazı kriterlerin önem ağırlıklarının ne derecede tüm kitleyi temsil ettikleri konusunda belirsizlik oluşturmuştur. Literatürde yapılan çalışmalarda güvenlik ve buna bağlı olan kriterler genel anlamda en yüksek önem düzeyine sahip kriter olarak ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada da güvenlik/gizlilik kriteri literatürle aynı doğrultuda ilk sırada çıkmıştır. Fakat beklenenin aksine fiyat kriteri yeterli önem düzeyine sahip olamamıştır.

Teknolojik gelişmelerin sürekli arttığı dünyada internet üzerinden yapılan alışverişlerde tüketici beklentileri de bu doğrultuda gelişmektedir. Bu anlamda yeni oluşturulacak çalışmalarda kriterler belirlenirken güncel gelişmeler bilimsel çalışmalar takip edilmeli ve müşteri beklentilerine karşılık verecek yeterlilikte olmalıdır.

KAYNAKÇA

- Akyüz, G. A. (2012). Bulanık VIKOR Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 26(1), 197-215.
- Alavala, C. R. (2008). *Fuzzy Logic and Neural Networks: Basic Concepts and Application*. New Delhi: New Age International.
- Algür, S., ve Cengiz, F. (2011). Türk Tüketicilere Göre Online (çevrimiçi) Alışverişin Riskleri ve Yararları. *Journal of Yaşar University*, 22(6), 3666-3680.
- Alharbi, S., ve Naderpour, M. (2016). E-Commerce Development Risk Evaluation Using MCDM Techniques. *In International Conference on Decision Support System Technology (pp. 88-99)*, Springer, Cham.
- Alptekin, E. (2003). *Yöneylem Araştırmasında Yararlanılan Karar Yöntemleri*. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Ayazlar, R. A., ve Yüksel, A. (2012). Web sitesi kalitesi, risk ve güven: Bilişsel çelişki ve tüketim sonrası davranışlar üzerine etkileri. *Seyahat ve Otel İşletmeciliği Dergisi*, 9(1), 1-28.
- Aydın, S., ve Kahraman, C. (2012). Evaluation of e-commerce website quality using fuzzy multi-criteria decision making approach. *IAENG International Journal of Computer Science*, 39(1).
- Baker, D., Bridges, D., Hunter, R., Johnson, G., Krupa, J., Murphy, J., ve Sorenson, K. (2002). *Guidebook to Decision-Making Methods*. USA: Department of Energy.
- Baležentis, T., ve Baležentis, A. (2014). A survey on development and applications of the multi-criteria decision making method MULTIMOORA. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 21(3-4), 209-222.
- Baykal N., ve Beyan T. (2004a). *Bulanık Mantık İlke ve Temelleri*. Ankara: Bıçaklar Kitabevi.
- Baykal N., ve Beyan T. (2004b). *Bulanık Mantık Uzman Sistemler ve Denetleyiciler*. Ankara: Bıçaklar Kitabevi.
- Bojadziew, G., ve Bojadziew, M. (2007). *Fuzzy Logic for Business, Finance and Management (2nd Edition)*. London: World Scientific.
- Brauers, W. K. (2004). Multiobjective optimization (MOO) in privatization. *Journal of Business Economics and Management*, 5(2), 59-65.
- Brauers, W. K. M., ve Ginevičius, R. (2009). Robustness in regional development studies. The case of Lithuania. *Journal of Business Economics and Management*, 10(2), 121-140.
- Brauers, W. K. M., ve Zavadskas, E. K. (2010). Project management by MULTIMOORA as an instrument for transition economies. *Technological and Economic Development of Economy*, 16(1), 5-24.
- Brauers, W. K. M., ve Zavadskas, E. K. (2012). Robustness of MULTIMOORA: a method for multi-objective optimization. *Informatica*, 23(1), 1-25.

- Brauers, W. K. M., Zavadskas, E. K., Peldschus, F., ve Turskis, Z. (2008). Multi-objective decision-making for road design. *Transport*, 23(3), 183-193.
- Brauers, W. K., ve Zavadskas, E. K. (2006). The MOORA method and its application to privatization in a transition economy. *Control and Cybernetics*, (35), 445-469.
- Buckley, J. J. (2005). *Fuzzy probabilities: new approach and applications (Vol. 115)*. Berlin: Springer Science and Business Media.
- Cai, S., ve Jun, M. (2003). Internet users' perceptions of online service quality: a comparison of online buyers and information searchers. *Managing Service Quality: An International Journal*, 13(6), 504-519.
- Cascales-García, M. S., ve Lamata, M. T. (2012). On rank reversal and TOPSIS method. *Mathematical and Computer Modelling*, 56(5-6), 123-132.
- Cavlak, E. (2012). *Online alışveriş sitesi tercihinde etkili olan kriterlerin belirlenmesine ve önceliklendirilmesine yönelik bir karar modeli*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Cebi, S. (2013). A quality evaluation model for the design quality of online shopping websites. *Electronic Commerce Research and Applications*, 12(2), 124-135.
- Celikyilmaz, A., ve Turksen, I. B. (2009). *Modeling Uncertainty With Fuzzy Logic. Studies in fuzziness and soft computing*. Berlin: Springer.
- Chakraborty, S., ve Zavadskas, E. K. (2014). Applications of WASPAS method in manufacturing decision making. *Informatica*, 25(1), 1-20.
- Chankong, V., ve Haimes, Y. Y. (1983). *Optimization-based methods for multiobjective decision-making-an overview. Large Scale Systems In Information And Decision Technologies*, 5(1), 1-33. North-Holland: New York, Oxford.
- Chatterjee, P., Athawale, V. M., ve Chakraborty, S. (2009). Selection of materials using compromise ranking and outranking methods. *Materials ve Design*, 30(10), 4043-4053.
- Chen, C. T. (2000). Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. *Fuzzy sets and systems*, 114(1), 1-9.
- Chen, C.T., Lin, C.T., ve Huang, S.F. (2006). A fuzzy approach for supplier evaluation and selection in supply chain management. *International Journal of Production Economics* 102(2), 289–301.
- Chen, H. M., Wu, C. H., Tsai, S. B., Yu, J., Wang, J., ve Zheng, Y. (2016). Exploring key factors in online shopping with a hybrid model. *SpringerPlus*, 5(1), 2046.
- Chen, L. Y., ve Wang, T. C. (2009). Optimizing partners' choice in IS/IT outsourcing projects: The strategic decision of fuzzy VIKOR. *International Journal of Production Economics*, 120(1), 233-242.
- Chen, S. J., ve Chang, T. Z. (2003). A descriptive model of online shopping process: some empirical results. *International Journal of Service Industry Management*, 14(5), 556-569.

- Chen, S. J., ve Hwang, C. L. (1992). *Fuzzy multiple attribute decision making methods. In Fuzzy multiple attribute decision making (pp. 289-486)*. Berlin: Springer, Heidelberg.
- Chiu, J. S. (2006). *Strategic marketing analysis: Framework and practical applications*. Taipei: Best Wise.
- Chiu, W. Y., Tzeng, G. H., ve Li, H. L. (2013). A new hybrid MCDM model combining DANP with VIKOR to improve e-store business. *Knowledge-Based Systems, (37)*, 48-61.
- Chu, T. C. (2002). Selecting plant location via a fuzzy TOPSIS approach. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 20(11)*, 859-864.
- Chu, T. C., ve Tsao, C. T. (2002). Ranking fuzzy numbers with an area between the centroid point and original point. *Computers ve Mathematics with Applications, 43(1-2)*, 111-117.
- Churchman, C. W. (1968). *The Systems Approach*. New York: Dell.
- Clemen, R.T. (1996). *Making Hard Decisions An Introduction to Decision Analysis. (Second Edition)*. South-Western: College Publisher.
- Coase, R. H. (1988). The nature of the firm: Origin. *Journal of Law, Economics and Organization, 4(1)*, 3-17.
- Cohon, J. L. (1978). *Multiobjective Programming and Planning, (volume 140)*. Mathematics in Science and Engineering.
- Çabuk, S., Südaş, H. D., ve Bulgurcu, B. K. (2012). Bulanık Bir Model ile Özel Alışveriş Sitelerinin Değerlendirilmesi. *Cag University Journal of Social Sciences, 9(2)*, 35-47.
- Çakır, E., Gökhan, A. ve Doğaner, M. (2018). Türkiye’de Faaliyet Gösteren Özel Alışveriş Sitelerinin Bütünleşik Swara Waspas Yöntemi ile Değerlendirilmesi. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi, (18. EYİ Özel Sayısı)*, 599-616.
- Çelik B. (2015). An Exploratory Analysis Of Online Shopping Behavior In Turkey. Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Çelik, H., ve Başaran, B. (2008). Bireysel müşteriler tarafından algılanan elektronik hizmet kalitesi. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi 8-2*, 129-152.
- Çetin, H. (2014). Online (Çevrim İçi) Alışverişte Akademisyen Davranışları ve Alışverişe Yönelten Etkenler. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 19(4)*, 65-76.
- Dubois, D. J., ve Henri, P. (1980). *Fuzzy Sets and Systems: Theory and Applications (Vol. 144)*. USA: Academic Press.
- Dündar, S., Ecer, F., ve Özdemir, Ş. (2007). Fuzzy Topsis Yöntemi ile Sanal Mağazaların Web Sitelerinin Değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 21(1)*, 287-305

- Eleren, A., ve Karagül, M. (2008). 1986-2006 Türkiye Ekonomisinin Performans Değerlendirmesi. *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 15(1), 1-14.
- Elmas, Ç. (2011). *Yapay Zekâ Uygulamaları*. Ankara: Seçkin Yayınevi.
- Engel, J.F., Blackwell, R.D., ve Miniard, P.W. (1990). *Consumer behavior, (sixth edition)*. Orlando: Dryden Press.
- Ersöz, F., ve Atav, A. (2011). Çok kriterli karar verme problemlerinde MOORA yöntemi. *KHO Savunma Bilimleri Enstitüsü Harekât Araştırması*, 1-10.
- Fishburn, P. C. (1967). Additive utilities with incomplete product sets: application to priorities and assignments. *Operations Research*, 15(3), 537-542.
- Fouladgar, M. M., Yazdani-Chamzini, A., Lashgari, A., Zavadskas, E. K., ve Turskis, Z. (2012). Maintenance Strategy Selection Using AHP and COPRAS Under Fuzzy Environment. *International Journal Of Strategic Property Management*, 16(1), 85-104.
- Gauri, D.K., Bhatnagar, A. ve Rao, R. (2008). Role of word of mouth in online store loyalty. *Communications of the ACM (Association for Computing Machinery)* 51, 89–91.
- Ghorabae, M. K., Zavadskas, E. K., Amiri, M., ve Esmaeili, A. (2016). Multi-criteria evaluation of green suppliers using an extended WASPAS method with interval type-2 fuzzy sets. *Journal of Cleaner Production*, 137, 213-229.
- Goodwin, P., ve Wright, G. (2004). *Decision Analysis for Management Judgment (Third Edition)*. USA: Wiley.
- Gök, A. C., ve Perçin, S. (2013). Elektronik Alışveriş (E-alışveriş) Sitelerinin E-hizmet Kalitesi Açısından Değerlendirilmesinde DEMATEL-AAS-VIKOR Yaklaşımı. *Anadolu University Journal of Social Sciences*, 16(1), 131-144
- Guanrong, C., ve Tat, P. T. (2001). *Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, and Fuzzy Control Systems*. Boca Raton London New York Washington, D.C.: CRC Press
- Henig, M. I., ve Buchanan, J. T. (1996). Solving MCDM Problems: Process Concepts. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 5(1), 223-228.
- Hicks, J. M. (1991). *Problem Solving in Business and Management*. US, New York City: Springer.
- Huber, S., Geiger, M. J., ve de Almeida, A. T. (2019). *Multiple Criteria Decision Making and Aiding*. USA: Springer.
- Hwang, C. L., ve Yoon, K. (1981). *Multiple attribute decision making: methods and applications a state-of-the-art survey (Vol. 186)*. Berlin: Springer Science and Business Media.
- Iwaarden, V., J., Van der Wiele, T., Ball, L., ve Millen, R. (2003). Applying SERVQUAL to web sites: An exploratory study. *International Journal of Quality ve Reliability Management*, 20(8), 919-935.
- İçli, G. E. (2003). Tüketicilerin internette alışverişte web sitesi ile ilgili karşılaştığı sorunlar. *Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 18(1), 193-203

- İlter, B. (2009). E-Perakendecilikte E-hizmet Kalitesi, Müşteri Memnuniyeti ve Müşteri Sadakati İlişkisi: İşletme Fakültesi Öğrencileri Üzerine Bir Araştırma. *İşletme Fakültesi Dergisi*, 10(1), 97-117.
- Jang, J. S. R., Sun, C. T., ve Mizutani, E. (1997). Neuro-Fuzzy And Soft Computing- A Computational Approach to Learning and Machine Intelligence. *IEEE Transactions On Automatic Control*, 42(10), 1482-1484.
- Kacprzyk, J., ve Zadeh, L. A. (Eds.). (1999). *Computing with Words in Information/intelligent Systems: Applications*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Kaftan, İ., Balkan, E., ve Şalk, M. (2013). Bulanık Mantık (Fuzzy Logic) ve Jeofizikte Kullanım Alanları: Sismoloji Örneği. *DEÜ Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi Cilt: (15)2*, 15-29.
- Karaca, T. (2011). *Proje Yönteminde Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerini Kullanarak Kritik Yolun Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Karande, P., ve Chakraborty, S. (2012). A Fuzzy-MOORA approach for ERP system selection. *Decision Science Letters*, 1(1), 11-21.
- Karsak, E. E. (2002). Distance-based fuzzy MCDM approach for evaluating flexible manufacturing system alternatives. *International Journal of Production Research*, 40(13), 3167-3181.
- Kipman, M. E. (2013). *Online (çevrimiçi) alışveriş sitelerinde e-hizmet kalitesi ve e-hizmet telafi kalitesi'nin elektronik sadakat üzerine etkileri*. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Klir, G. J., ve Yuan, B. (1995). *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic: Theory and Applications (Vol. 574)*. New Jersey: Prentice Hall PTR.
- Koçel, T. (2015). *İşletme Yöneticiliği, (16. Baskı)*. İstanbul: Beta Basım A. Ş.
- Kong, F., ve Liu, H. (2005). Applying fuzzy analytic hierarchy process to evaluate success factors of e-commerce. *International journal of information and systems sciences*, 1(3-4), 406-412.
- Krejci, J. (2018). *Pairwise comparison matrices and their fuzzy extension: Multi-criteria decision making with a new fuzzy approach (Vol. 366)*. Berlin: Springer.
- Kumar, A., ve Dash, M. K. (2017). Using fuzzy Delphi and generalized fuzzy TOPSIS to evaluate technological service flexibility dimensions of internet malls. *Global Journal of Flexible Systems Management*, 18(2), 153-161.
- Kumar, A., Dash, M. K., ve Seharawat, R. (2017). Using entropy and AHP-TOPSIS for comprehensive evaluation of internet shopping malls and solution optimality. *International Journal of Business Excellence*, 11(4), 487-504.
- Kuru, A. (2011). *Entegre Yönetim Sistemlerinde Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinin Kullanımına Yönelik Yaklaşımlar ve Uygulamaları*. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

- Lai, Y. J., ve Hwang, C. L. (1992). *Fuzzy mathematical programming*. In *Fuzzy Mathematical Programming* (pp. 74-186). Berlin: Springer, Heidelberg.
- Lai, Y. J., ve Hwang, C. L. (1994). *Fuzzy multiple objective decision making*. In *Fuzzy Multiple Objective Decision Making* (pp. 139-262). Berlin: Springer, Heidelberg.
- Laohapensang, O. (2009). Factors influencing internet shopping behaviour: a survey of consumers in Thailand. *Journal of fashion marketing and management. An international journal*, 13(4), 501-513.
- Lashgari, S., Antuchevičienė, J., Delavari, A., ve Kheirkhah, O. (2014). Using QSPM and WASPAS methods for determining outsourcing strategies. *Journal of Business Economics and Management*, 15(4), 729-743.
- Li, H., ve Yen, V. C. (1995). *Fuzzy Sets and Fuzzy Decision-Making*. USA: CRC Press.
- Liu, L., ve Fong, S. (2011). Evaluation of E-Commerce websites by Multi-Criteria Decision Analysis. In *IADIS International Conference e-Society 46(5)*, 377-381.
- Liu, W. K. (2017). Management Decision Analysis of C2C Online Shopping Websites in Taiwan and China. In *Proceedings of the 2017 International Conference on E-Business and Internet* (pp. 65-70). ACM, 65-70
- Long, M., ve McMellon, C. (2004). Exploring the determinants of retail service quality on the Internet. *Journal of services marketing*, 18(1), 78-90.
- Lootsma, F. A. (1997). *Fuzzy Logic for Planning and Decision Making (Vol. 8)*. Berlin: Springer Science ve Business Media.
- MacCrimmon, K. R. (1968). *Decisionmaking among multiple-attribute alternatives: a survey and consolidated approach* (No. Rm-4823-Arpa). Rand Corp Santa Monica Ca.
- MacCrimmon, K.R. (1973). *An overview of multiple objective decision making*. In J.L. Cochrane and M. Zeleny (Eds.), *Multiple Criteria Decision Making* (pp. 18-43). Columbia, SC: University of South Carolina Press.
- Madić, M., Gecevska, V., Radovanović, M., ve Petković, D. (2014). Multi-criteria economic analysis of machining processes using the WASPAS method. *Journal of Production Engineering*, 17(2), 1-6.
- Madu, C. N., ve Madu, A. A. (2002). Dimensions of e-quality. *International Journal of Quality ve reliability management*, 19(3), 246-258.
- Marangoz, M., Yeşildağ, B., ve Saltık, I. A. (2012). E-ticaret işletmelerinin web ve sosyal ağ sitelerinin içerik analizi yöntemiyle incelenmesi. *İnternet Uygulamaları ve Yönetimi Dergisi*, 3(2), 53-78.
- Mathew, M., Sahu, S., ve Upadhyay, A. K. (2017). Effect of normalization techniques in robot selection using weighted aggregated sum product assessment. *International Journal of Innovative Research and Advanced Studies*, 4, 59-63.
- McNeill, F. M., ve Thro, E. (1994). *Fuzzy Logic: A Practical Approach*. Academic Press.

- Melliani, S., ve Castillo, O. (2019). *Recent Advances in Intuitionistic Fuzzy Logic Systems*. Berlin: Springer.
- Mendel, J. M. (2001). *Uncertain rule-based fuzzy systems (second edition)*. Berlin: Springer, Cham.
- Menteş, A. (2010). *Açık Deniz Yapıları Bağlama Sistemlerinin Dizaynında Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Uygulanması*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Merwe, V., D., R., ve Bekker, J. (2003). A framework and methodology for evaluating e-commerce web sites. *Internet Research*, 13(5), 330-341.
- Milani, A. S., Shanian, A., Madoliat, R., ve Nemes, J. A. (2005). The effect of normalization norms in multiple attribute decision making models: a case study in gear material selection. *Structural and multidisciplinary optimization*, 29(4), 312-318.
- Moeinzadeh, P., ve Hajfathaliha, A. (2009). A combined fuzzy decision making approach to supply chain risk assessment. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 60(2), 519-528.
- Naresh, S., ve Gupta, M. M. (1999). *Introduction to soft computing and intelligent control systems*. *Soft Computing and Intelligent Systems: Theory and Applications*, 23-38.
- Nguyen, H. T., Walker, C. L., ve Walker, E. A. (2006). *A First Course in Fuzzy Logic*. CRC Press
- Opricovic, S. (2011). Fuzzy VIKOR With An Application To Water Resources Planning. *Expert Systems with Applications*, 38(10), 12983-12990.
- Opricovic, S., ve Tzeng, G. H. (2004). Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *European journal of operational research*, 156(2), 445-455.
- Opricovic, S., ve Tzeng, G. H. (2007). Extended VIKOR method in comparison with outranking methods. *European journal of operational research*, 178(2), 514-529.
- Ömürbek, N., ve Şimşek, A. (2014). Analitik Hiyerarşi Süreci ve Analitik Ağ Süreci Yöntemleri ile Online Alışveriş Site Seçimi. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 12(22), 306-327.
- Örs, F. (2013). *Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Bir Uygulama: Ev Satın Alma Problemi*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Özdemir, A. İ., ve Seçme, N. Y. (2009). İki Aşamalı Stratejik Tedarikçi Seçiminin Bulanık TOPSIS Yöntemi ile Analizi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(2), 79-112.
- Özgüven, N. (2012). Promethee Sıralama Yöntemi İle Özel Alışveriş Siteleri Üzerine Bir Araştırma/Research on Private Shopping Sites With Promethee Ranking Method. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (27), 195-201

- Özlem, D. (2007). *Mantık Klasik/Sembolik Mantık Felsefesi*. İstanbul: İnkılap Yayın Evi.
- Paksoy, T., Pehlivan, N. Y., ve Özceylan, E. (2013). *Bulanık küme teorisi*. Ankara: Nobel Yayın.
- Parasuraman, A., Zeithaml, V. A. ve Berry, L. L. (2005). E-S-QUAL: A multiple-item scale for assessing electronic service quality. *Journal of Service Research*, 7, 213-233.
- Pedrycz, W., ve Gomide, F. (1998). *An Introduction to Fuzzy Sets: Analysis and Design*. Mit Press.
- Pehlivan, N. Y., ve Apaydın, A. (2005). Bulanık K-En Yakın Komşuluk Tahmin Edicisi ve Bulanık Radyal Tabanlı Fonksiyon Ağları. *Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Fen Dergisi*, 1(26), 19-32.
- Pulat D. (2015). *Online Alışveriş Değerleri ve Reklam İlişkisi: Özel Alışveriş Sitelerinin Reklamlarının Değerlendirilmesine Yönelik Bir Araştırma*. Yüksek Lisans Tezi. Yaşar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Rasmusen, E. (2006). *Games and Information, An Introduction to Game Theory*. USA: Wiley-Blackwell.
- Render, B., Stair, R., ve Hanna, M.E. (2012). *Quantitative Analysis For Management (Eleventh Edition)*. USA: Prentice Hall PTR.
- Rigby F. D. (1964). *Heuristic Analysis Of Decision Situation In Human Judgements And Optimality*. New York: Wiley.
- Robert, M. O. K. ve McEachern, T. (1998). Web-based customer decision support systems. *Communications of the ACM (Association for Computing Machinery)* 41, 71-78.
- Ross, T. J. (2004). *Fuzzy Logic With Engineering Applications. (Second Edition)*. John Wiley ve Sons.
- Ross, T. J., Booker, J. M., ve Parkinson, W. J. (Eds.). (2002). *Fuzzy Logic And Probability Applications: Bridging The Gap*. Society for Industrial and Applied Mathematics, Philadelphia, Pennsylvania.
- Rouyendegh, B. D., Topuz, K., Dag, A., ve Oztekin, A. (2018). An AHP-IFT Integrated Model for Performance Evaluation of E-Commerce Web Sites. *Information Systems Frontiers*, 1-11.
- Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International journal of services sciences*, 1(1), 83-98.
- Saaty, T. L., ve Tran, L. T. (2010). Fuzzy judgments and fuzzy sets. *International Journal of Strategic Decision Sciences (IJSDS)*, 1(1), 23-40.
- Saaty, T.L. (2000). *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with AHP*. Pittsburg: RWS Publications.
- Santos, J. (2003). E-service quality: a model of virtual service quality dimensions. *Managing Service Quality: An International Journal*, 13(3), 233-246.

- Shih, H. S., Shyur, H. J., ve Lee, E. S. (2007). An extension of TOPSIS for group decision making. *Mathematical and computer modelling*, 45(7-8), 801-813.
- Silva, D. C. W. (1995). *Intelligent Control: Fuzzy Logic Applications*. CRC Press.
- Simon, H. A. (1960). The Executive As Decision Maker. *The new science of management decision*, 1-7.
- Singh, D., ve Tiong, R. L. (2005). A fuzzy decision framework for contractor selection. *Journal of construction engineering and management*, 131(1), 62-70.
- Sun, C. C., ve Lin, G. T. (2009). Using fuzzy TOPSIS method for evaluating the competitive advantages of shopping websites. *Expert Systems with Applications*, 36(9), 11764-11771.
- Şen, Z. (2009). *Bulanık Mantık İlkeleri ve Modelleme (Mühendislik ve Sosyal Bilimler)*. İstanbul: Su Vakfı.
- Şimşek, A. (2013). *Analitik hiyerarşi süreci ve analitik ağ süreci yöntemleriyle online alışveriş sitelerinin seçimi üzerine bir uygulama*. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta.
- Tanaka, K. (1997). *An Introduction to Fuzzy Logic for Practical Applications*, Çev. Tak Niimura, USA: Springer-Verlag.
- Taşkın, Ç., Öztürk, O., Sürmeli, E., ve Tunçay, S. (2016). Online Hizmet Kalitesinin Öncüllerinin Yapısal Eşitlik Modelleme ile Belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 21(3), 799-817.
- Tayalı, H. A. (2017). Tedarikçi Seçiminde WASPAS Yöntemi (WASPAS Method on Supplier Selection). *Asos Journal, The Journal of Academic Social Science*, Yıl 5, 368-380.
- Tekin, M. (2010). *Sayısal Yöntemler (7. baskı)*. Konya: Günay Ofset A.Ş.
- Triantaphyllou, E. (2000). *Multi-criteria decision making methods. In Multi-criteria decision making methods: A comparative study (pp. 5-21)*. Springer, Boston, MA.
- Turan, A. H. (2011). İnternet Alışverişi Tüketici Davranışını Belirleyen Etmenler: Planlı Davranış Teorisi (TPB) ile Ampirik Bir Test. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 12(1), 128-143.
- Turkish Time Ekonomi Dergisi. Şubat 2013/2 Sayı 130.
- Turskis, Z., Zavadskas, E. K., Antucheviciene, J., ve Kosareva, N. (2015). A hybrid model based on fuzzy AHP and fuzzy WASPAS for construction site selection. *International Journal of Computers Communications ve Control*, 10(6), 113-128.
- Tütek, H., Gümüšoğlu, Ş., ve Özdemir, A. (2012). *Sayısal Yöntemler: Yönetmel Yaklaşım*. İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım.
- Ulucan, A. (2007). *Yöneylem Araştırması (2.baskı)*. Ankara: Siyasal Kitapevi.
- Vatansever, K., ve Uluköy, M. (2013). Kurumsal kaynak planlaması sistemlerinin bulanık AHP ve bulanık MOORA yöntemleriyle seçimi: Üretim sektöründe bir

- uygulama. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(2), 274-293.
- Wang, L. X. (1997). *A course in fuzzy systems and control (international edition)*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall PTR.
- Yang, Z., Jun, M., ve Peterson, R. T. (2004). Measuring customer perceived online service quality: scale development and managerial implications. *International Journal of Operations ve Production Management*, 24(11), 1149-1174.
- Yang, Z., Peterson, R. T., ve Cai, S. (2003). Services quality dimensions of Internet retailing: an exploratory analysis. *Journal of services marketing*, 17(7), 685-700.
- Yayar, R., ve Sadaklıoğlu, H. (2012). Kamu Çalışanlarının İnternette Ürün Satın Alma Davranışları Üzerine Bir Araştırma. *Business and Economics Research Journal*, 3(3), 145-157.
- Yıldız, A. (2014). Bulanık VIKOR Yöntemini Kullanarak Proje Seçim Sürecinin İncelenmesi. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 115-127
- Yoon, K. P., ve Hwang, C. L. (1995). *Multiple attribute decision making: an introduction (Vol. 104)*. Sage Publications.
- Yu, P.L., (1973). A class of solutions for group decision problems. *Management Science* 19 (8), 936–946.
- Yu, X., Guo, S., Guo, J., ve Huang, X. (2011). Rank B2C e-commerce websites in e-alliance based on AHP and fuzzy TOPSIS. *Expert Systems with Applications*, 38(4), 3550-3557.
- Zadeh, L. A. (1965). *Fuzzy sets. Information and control*, 8(3), 338-353.
- Zadeh, L. A. (1975). The Concept of a Linguistic Variable and its Application to Approximate Reasoning-I, *Information Sciences*, 8(3), 199-249.
- Zadeh, L. A. (1988). Fuzzy logic. *Computer*, 21(4), 83-93.
- Zavadskas, E. K., Antucheviciene, J., Hajiagha, S. H. R., ve Hashemi, S. S. (2014). Extension of weighted aggregated sum product assessment with interval-valued intuitionistic fuzzy numbers (WASPAS-IVIF). *Applied soft computing*, 24, 1013-1021.
- Zavadskas, E. K., Baušys, R., ve Lazauskas, M. (2015). Sustainable assessment of alternative sites for the construction of a waste incineration plant by applying WASPAS method with single-valued neutrosophic set. *Sustainability*, 7(12), 15923-15936.
- Zavadskas, E. K., Baušys, R., Stanujkic, D., ve Magdalinovic-Kalinovic, M. (2016). Selection of lead-zinc flotation circuit design by applying WASPAS method with single-valued neutrosophic set. *Acta Montanistica Slovaca Volume 21 Infinite Study*.
- Zavadskas, E. K., Turskis, Z., Antucheviciene, J., ve Zakarevicius, A. (2012). Optimization of weighted aggregated sum product assessment/Svorinio agreguoto alternatyviu sprendimu vertinimo optimizavimas. *Elektronika ir elektrotechnika*, 6 (122), 3-7.

- Zeleny, M., (1982). *Multiple Criteria Decision Making*. New York: McGraw-Hill.
- Zimmermann, H. J. (1993). *Fuzzy sets, decision making, and expert systems (Fourth Printing)*. Springer Science ve Business Media.
- Zimmermann, H. J. (1996). *Fuzzy set theory and its applications. (Third edition)*. Springer Science and Business Media.
- Zimmermann, H. J. (2001). *Fuzzy set theory and its applications. (Fourth Edition)*. Springer Science and Business Media.
- Zolfani, S. H., Aghdaie, M. H., Derakhti, A., Zavadskas, E. K., ve Varzandeh, M. H. M. (2013). Decision making on business issues with foresight perspective; an application of new hybrid MCDM model in shopping mall locating. *Expert systems with applications*, 40(17), 7111-7121.

İnternette alınan kaynaklar:

- Hanehalkı Bilişim Teknolojileri (BT) Kullanım Araştırması. <http://tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do;jsessionid=Fggdcf8TfVvJC8xnNkb4YZWjjXL1lINJ4Lfv3QmrMgq0lqpy9Gvr!-686575751?id=27819> kaynağından 20 Mart 2019 tarihinde alınmıştır.
- En iyi 10 alışveriş sitesi. <https://shiftdelete.net/en-iyi-10-alisveris-sitesi> kaynağından 10 Nisan 2019 tarihinde alınmıştır.
- Top Sites in Turkey. <https://www.alexa.com/topsites/countries/TR> kaynağından 12 Nisan 2019 tarihinde alınmıştır.

EKLER

Ek-1

ANKET FORMU

Bu anket formu, Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı tarafından yürütülmekte olan “**Bulanık ve Duru Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Çevrimiçi Alışveriş Sitelerinin Karşılaştırmalı Performans Değerlendirmesi**” konulu araştırmanın uygulama kısmına ilişkindir. Yapılmakta olan araştırma tamamıyla akademik nitelikte olup, bilimsel olarak konusu yukarıda belirtilen çalışmaya yönelik olarak kullanılacaktır. Değerli vaktinizi ayırmanızı diler ve teşekkür ederim.

Ad Soyad: İnan AKTAŞ

Danışman: Doç. Dr. Nezih TAYYAR

Demografik Bilgiler

Cinsiyetiniz: Erkek () Kadın ()
Yaşınız: 20-25 () 26-30 () 31-35 () 36-40() 41-45() 45 üzeri()
Ünvanınız: Akademik Personel () İdari Personel ()
Aylık Geliriniz: 1500 – 3000 () 3001 – 4000() 4001-5000() 5001-6000() 6001 ve üzeri()

İnternet Alışveriş Deneyimleri

İnternette daha önce alışveriş yaptınız mı? Evet () hayır ()
Ne zamandan beri internette alışveriş yapıyorsunuz? 1 yıldan az () 2-3 yıl () 4-5 yıl () 6-7 yıl() 8 yıl ve daha fazla ()
Ortalama alışveriş sıklığınız nedir? her gün () haftada birkaç defa () haftada bir defa () ayda 1-3 defa () ayda birden az ()
Son bir yılda ortalama ne tutarda internette alışveriş yaptınız? 0 – 500 TL () 501-1000 TL () 1001-1500 TL () 1501 TL ve üzeri ()
İnternette hangi tür ürünleri satın aldınız? (birden fazla işaretleme yapabilirsiniz) Kitap/Film /Müzik () Giyim () Kozmetik/Sağlık/Bakım () Gıda () Elektronik/Bilgisayar () Ev eşyası/Mobilya () Otomotiv ve ürünleri () Diğer.....
Telefonunuzda hangi alışveriş sitesinin uygulamasını kullanıyorsunuz? (birden fazla işaretleme yapabilirsiniz) kullanmıyorum () hepsiburada () n11 () gittigidiyor () markafoni () trendyol () morhipo () diğer(belirtiniz)

Ek-1'in devamı

İnternette alışveriş yaparken sizin için aşağıdaki <u>ana</u> kriterler ne derecede önemlidir?		Çok Düşük	Düşük	Orta Düşük	Orta	Orta Yüksek	Yüksek	Çok Yüksek
Anakriterler		1	2	3	4	5	6	7
1	Dağıtım (teslimat süresi,kargo ücreti,nakliye seçenekleri)							
2	Kampanya (kampanya geçerlilik süresi,indirim çekleri,güncel kampanya sayısı)							
3	Ödeme (anlaşmalı kredi kartı sayısı,ödeme şekilleri promosyonu,ödeme seçenekleri)							
4	Ürün Durumu (fiyat,ürün çeşitliliği ve stok durumu,ürün bilgisi)							
5	Site Performansı (web sitesi performansı,web sitesi kullanılabilirliği,tasarım)							
6	Güvenlik/Güvenilirlik/Gizlilik (gizlilik,ödeme güvenliği,güvenilirlik)							
7	Müşteri Hizmetleri (müşteri hizmetleri performansı,sipariş iptali kolaylığı,destek)							

Ek-1'in devamı

İnternette alışveriş yaparken sizin için aşağıdaki <u>alt</u> kriterler ne derecede önemlidir?		Çok Düşük	Düşük	Orta Düşük	Orta	Orta Yüksek	Yüksek	Çok Yüksek
Alt Kriterler		1	2	3	4	5	6	7
1	teslimat süresi (ürünün müşteriye ulaşma süresi, siparişin hazırlanma süresi)							
2	kargo ücreti (kargo ücretlerinin ideal düzeyde olması veya ücretsiz kargo hizmeti)							
3	nakliye seçenekleri (farklı kargo firmaların mevcut olması)							
4	kampanya geçerlilik süresi (ürün ile ilgili kampanyaların geçerlilik süresi)							
5	indirim çekleri (indirim çeklerinin tutarı ve en az kaç liralık alışverişte kullanılabileceği)							
6	güncel kampanya sayısı (farklı ürün kategorileri için kampanya sayısı (teknoloji,kozmetik, giyim vs.))							
7	anlaşılabilir kredi kartı sayısı (bir çok kredi kartının geçerli olması ve ekstra taksit anlaşılabilir kart sayısı)							
8	ödeme şekilleri promosyonu (havale ile ödeme indirim, kredi kartı ile ödemede belli miktar alışveriş sonunda parapuan veya indirim çeki verilmesi)							
9	ödeme seçenekleri (taksit ile ödeme, havale ile ödeme, kredi kartı ile ödeme nakit ödeme, kapıda ödeme)							
10	ürün çeşitliliği ve stok durumu (geniş ürün yelpazesi, aynı ürünü birçok tedarikçiden alabilme imkanı, ürünün stoklarda bulunması)							
11	fiyat (uygun fiyat, aynı ürünü farklı tedarikçiler için olan fiyatlarını karşılaştırabilme)							
12	ürün bilgisi (detaylı ürün bilgisinin olması, detaylı içerik bilgisi detaylı ürün tanımı, görsel açıdan tanıtılması)							
13	web sitesi performansı / kalitesi (sitenin yoğun kullanımda çökmemesi, sitenin düzgün çalışması)							
14	web sitesi kullanılabilirliği (sitenin karmaşık olmaması, sitenin yerleşiminin basit olması, en az sayıda tıklanma ile işlemi gerçekleştirme, etkin navigasyon)							
15	tasarım (web sitesinin görsel açıdan düzeni, göze hoş gelen renklerin olması)							
16	gizlilik (kişisel bilgilerin paylaşılmaması, müşteri alışveriş davranışlarının paylaşılmaması)							
17	ödeme güvenliği (ödeme yaparken kart bilgilerinin güvende olması)							
18	güvenirlilik (firma güvenilirliği, firmanın iletişim adreslerinin açıkça belirtilmesi, firmaya ulaşma sorununun olmaması, sitenin bilinir ve güvenilir olması)							
19	müşteri hizmetleri performansı (personel tavrı, cevap verme süresi, ulaşılabilirlik, nezaket)							
20	sipariş iptali kolaylığı (siparişin iptal edilmek istenmesi durumunda zorluk çıkartılmaması)							
21	destek (satış öncesinde, satış anında ve satış sonunda destek verilmesi, şikayetleri iletebilme durumu)							
22	eklemek istediğiniz kriter							

Ek-1'in devamı

Aşağıda 6 adet internet alışveriş sitesi verilmiştir. Daha önce deneyimmediğiniz siteler için verilen kriterler açısından değerlendirme yapınız. Bu sitelerden daha önce deneyim yaşamadıklarınızı boş bırakınız. Bu siteler dışında deneyimmediğiniz site varsa ekleyiniz.

Ekleme İstedığınız Site

		Markafoni							Trendyol							Morhipo							Ekleme İstedığınız Site						
		Çok Kötü	Kötü	Orta Kötü	Orta	Orta İyi	İyi	Çok İyi	Çok Kötü	Kötü	Orta Kötü	Orta	Orta İyi	İyi	Çok İyi	Çok Kötü	Kötü	Orta Kötü	Orta	Orta İyi	İyi	Çok İyi	Çok Kötü	Kötü	Orta Kötü	Orta	Orta İyi	İyi	Çok İyi
		1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
1	teslimat süresi	1							1							1							1						
2	kargo ücreti	2							2							2							2						
3	nakliye seçenekleri	3							3							3							3						
4	kampanya geçerlilik süresi	4							4							4							4						
5	indirim çekleri	5							5							5							5						
6	güncel kampanya sayısı	6							6							6							6						
7	anlaşmalı kredi kartı sayısı	7							7							7							7						
8	ödeme şekilleri promosyonu	8							8							8							8						
9	ödeme seçenekleri	9							9							9							9						
10	ürün çeşitliliği ve stok durumu	10							10							10							10						
11	fiyat	11							11							11							11						
12	ürün bilgisi	12							12							12							12						
13	web sitesi performansı / kalitesi	13							13							13							13						
14	web sitesi kullanılabilirliği	14							14							14							14						
15	tasarım	15							15							15							15						
16	gizlilik	16							16							16							16						
17	ödeme güvenliği	17							17							17							17						
18	güvenirlilik	18							18							18							18						
19	müşteri hizmetleri performansı	19							19							19							19						
20	sipariş iptali kolaylığı	20							20							20							20						
21	destek	21							21							21							21						
22	eklemek istediğiniz kriter.....	22							22							22							22						

DEĞERLENDİRİCİLERİN ANA KRİTERLER İÇİN VERDİKLERİ ÖNEM DEĞERLERİ

	Dağıtım	Kampanya	Ödeme	Ürün Durumu	Site Performansı	Güvenlik/ Güvenilirlik/ Gizlilik	Müşteri Hizmetleri
KV1	6	4	7	6	4	7	7
KV2	6	7	4	6	6	7	7
KV3	4	3	2	7	1	5	6
KV4	6	4	5	7	6	7	4
KV5	6	6	6	6	6	7	7
KV6	6	5	7	6	6	7	7
KV7	6	4	6	7	6	7	7
KV8	7	7	7	7	7	7	7
KV9	7	4	4	4	4	7	7
KV10	7	3	5	6	6	7	7
KV11	6	7	6	7	6	7	7
KV12	7	4	4	5	6	7	7
KV13	7	7	6	5	7	7	7
KV14	6	5	7	7	6	7	7
KV15	6	7	7	7	6	6	6
KV16	5	6	6	7	5	7	6
KV17	6	5	4	6	2	7	7
KV18	7	6	7	6	7	7	7
KV19	4	4	5	6	5	6	6
KV20	5	4	4	5	4	6	5
KV21	6	6	6	6	5	7	6
KV22	5	6	6	5	3	7	5

Ek-2'nin devamı

	Dağıtım	Kampanya	Ödeme	Ürün Durumu	Site Performansı	Güvenlik/ Güvenilirlik/ Gizlilik	Müşteri Hizmetleri
KV23	6	5	7	4	6	7	7
KV24	7	5	6	6	6	7	7
KV25	4	4	7	7	5	4	4
KV26	7	5	7	7	4	7	4
KV27	6	6	5	6	6	6	4
KV28	4	6	6	6	6	7	7
KV29	4	4	5	4	4	7	7
KV30	6	4	6	7	4	7	6
KV31	6	6	7	6	5	7	7
KV32	5	2	3	4	4	7	7
KV33	7	4	7	7	7	7	7
KV34	7	6	6	7	7	7	6
KV35	5	3	6	6	6	5	6
KV36	6	5	5	6	6	7	6
KV37	6	6	6	6	6	7	7
KV38	7	6	6	6	5	7	7
KV39	6	6	6	7	7	7	7
KV40	7	7	6	7	4	7	7
KV41	7	7	5	6	6	7	6
KV42	4	4	3	7	6	7	7
KV43	5	4	4	6	3	7	4
KV44	5	6	5	5	5	7	3
KV45	5	6	5	5	6	7	5

Ek-2'nin devamı

	Dağıtım	Kampanya	Ödeme	Ürün Durumu	Site Performansı	Güvenlik/ Güvenilirlik/ Gizlilik	Müşteri Hizmetleri
KV46	6	2	2	3	6	6	6
KV47	6	5	6	6	6	7	7
KV48	5	6	4	6	5	7	7
KV49	5	6	4	6	4	7	6
KV50	7	3	7	7	7	7	6
KV51	5	5	4	6	3	7	6
KV52	6	3	6	7	7	7	7
KV53	6	6	6	6	6	7	7
KV54	7	5	6	7	6	7	6
KV55	6	6	7	7	5	7	6
KV56	7	6	6	6	5	7	7
KV57	7	1	7	7	7	7	7
KV58	6	5	6	6	4	7	5
KV59	4	4	4	6	5	6	5

DEĞERLENDİRİCİLERİN ALT KRİTERLER İÇİN VERDİKLERİ ÖNEM DEĞERLERİ

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18	K19	K20	K21
KV1	6	7	4	4	4	4	4	4	4	6	7	6	4	4	4	7	7	7	7	7	7
KV2	5	6	4	4	6	5	4	6	4	5	6	6	6	6	5	7	7	7	7	7	7
KV3	6	5	4	5	4	4	5	4	5	7	7	7	4	4	4	6	7	7	6	7	6
KV4	6	6	5	4	4	3	4	3	4	6	7	7	6	6	6	7	7	7	4	5	5
KV5	6	6	6	6	4	6	6	6	6	6	6	6	5	6	5	7	7	7	7	7	7
KV6	6	7	6	5	6	5	7	7	7	6	7	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7
KV7	6	6	4	4	3	3	6	6	6	6	7	7	6	6	6	6	7	7	6	6	5
KV8	7	7	5	6	5	7	7	6	6	6	7	7	7	7	6	7	7	7	7	6	7
KV9	7	7	4	4	4	4	4	4	4	4	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
KV10	7	7	4	4	4	4	5	4	6	6	7	7	5	5	5	7	7	7	7	7	7
KV11	7	7	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	5	7	7	7	7	7	7
KV12	5	6	6	4	4	5	6	6	6	6	6	7	7	7	6	7	7	7	7	7	7
KV13	6	7	4	5	3	5	7	6	5	3	5	5	7	7	3	7	7	7	7	7	7
KV14	7	7	7	6	6	6	5	6	6	6	7	6	6	6	6	7	7	7	6	7	6
KV15	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6	7	7	7	7	7
KV16	6	6	6	7	7	6	5	6	6	6	7	7	5	6	5	7	7	7	5	7	6
KV17	6	6	6	6	7	4	4	6	4	3	7	7	4	5	4	7	7	7	7	6	6
KV18	7	7	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	6	7	6	7	7	7	7	7	7
KV19	6	6	5	5	5	4	5	3	5	5	5	5	4	5	4	6	6	6	5	6	6
KV20	5	6	4	4	5	5	4	4	4	5	7	5	3	5	4	7	7	7	5	6	5
KV21	6	7	5	6	3	6	6	6	5	6	6	6	5	6	5	7	7	6	6	6	6
KV22	4	4	4	4	4	4	4	3	5	5	7	5	2	4	3	7	7	7	5	7	6
KV23	5	7	5	5	5	5	6	7	6	4	6	7	7	7	7	7	7	7	6	7	7

Ek-3'ün devamı

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18	K19	K20	K21
KV24	7	7	7	6	6	6	7	7	7	6	6	6	6	6	4	7	7	7	7	7	7
KV25	4	7	4	3	1	1	1	4	5	6	5	7	7	7	5	2	4	4	3	3	2
KV26	5	7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	7	7	5	7	7
KV27	5	4	5	6	6	3	4	5	5	6	6	6	5	6	6	7	6	7	4	5	4
KV28	6	6	4	6	6	6	4	3	3	6	7	7	6	6	6	7	7	7	7	7	7
KV29	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4	4	5	5	5	5
KV30	6	6	5	5	6	5	6	6	6	6	7	7	5	5	4	7	7	6	5	4	4
KV31	5	6	4	4	5	5	7	6	6	7	7	7	5	5	6	7	7	7	6	7	6
KV32	6	6	2	2	2	5	5	4	5	7	7	7	6	1	1	4	7	7	7	7	7
KV33	7	7	5	5	6	4	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
KV34	7	6	5	5	6	5	5	5	5	6	6	6	6	5	5	7	7	7	5	6	5
KV35	5	5	5	3	4	5	5	4	5	6	5	6	6	5	5	4	6	6	6	6	6
KV36	6	6	5	5	5	5	6	6	6	5	6	7	7	6	6	7	7	7	6	6	6
KV37	6	6	4	5	6	4	6	4	4	5	6	6	6	5	7	7	7	7	7	7	7
KV38	7	7	5	6	4	6	6	7	7	7	7	7	5	6	5	7	7	7	7	7	7
KV39	6	6	6	6	5	6	6	5	6	6	7	7	7	7	6	7	7	7	7	7	7
KV40	7	7	5	7	5	5	7	7	7	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7
KV41	6	7	6	6	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6	7	7	6	7	6	7
KV42	4	6	5	4	6	3	1	6	7	4	7	6	6	5	6	7	7	7	6	4	7
KV43	5	5	5	4	4	4	5	5	4	6	7	6	4	4	3	7	7	6	3	5	4
KV44	6	6	5	5	4	4	4	4	4	5	7	6	4	3	3	7	7	7	5	6	5
KV45	6	6	5	4	4	4	5	4	4	6	7	6	4	4	3	7	7	7	6	6	5
KV46	2	6	4	2	2	2	2	2	2	6	3	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
KV47	6	6	3	3	3	3	6	3	6	6	7	7	6	6	6	7	7	7	6	6	5
KV48	6	7	6	6	6	6	4	5	5	7	7	6	5	6	5	7	7	7	7	7	7

Ek-3'ün devamı

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18	K19	K20	K21
KV49	6	5	2	3	3	2	3	1	6	4	6	6	6	5	3	7	7	7	6	6	5
KV50	7	7	7	4	4	4	7	4	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
KV51	6	5	2	3	3	2	3	1	6	5	6	6	6	5	3	7	7	7	6	6	5
KV52	7	6	4	3	2	3	5	6	6	7	4	7	7	7	6	7	7	7	6	6	5
KV53	6	6	6	6	5	6	6	6	6	7	7	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7
KV54	7	7	6	6	4	6	6	6	6	7	7	7	7	7	6	7	7	7	6	6	6
KV55	5	5	5	6	6	6	5	5	6	6	7	7	4	6	5	7	7	7	6	7	6
KV56	7	7	7	6	6	5	7	7	7	7	7	7	6	6	6	7	7	7	7	7	7
KV57	7	7	4	4	4	4	7	4	4	4	4	7	7	7	7	7	7	7	6	7	7
KV58	6	6	4	4	5	4	5	4	4	6	7	6	4	5	4	7	7	7	5	6	4
KV59	5	5	4	3	3	2	2	2	3	5	6	6	5	5	4	4	5	5	5	5	5

DEĞERLENDİRİCİLERİN ALTERNATİFLER İÇİN VERDİKLERİ ÖNEM DEĞERLERİ

Hepsiburada	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18	K19	K20	K21
KV1	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	4	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7
KV2	7	5	6	5	4	4	7	5	6	7	6	6	7	7	7	7	7	6	7	7	7
KV3	6	5	5	6	4	4	6	5	6	6	7	7	5	4	4	6	6	6	6	6	6
KV4	6	7	7	5	6	7	7	6	6	7	6	7	6	6	7	7	7	7	5	6	7
KV5	4	4	5	5	6	6	7	5	5	6	5	5	5	5	6	4	4	4	4	6	4
KV6	6	5	6	5	6	6	7	7	7	6	5	5	6	6	6	7	7	7	7	7	7
KV8	7	6	6	6	6	7	7	6	6	6	6	6	7	7	6	6	7	7	6	6	7
KV9	6	6	6	6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	7	7	7	7	7	7
KV10	6	6	6	3	3	3	6	3	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
KV11	6	6	6	6	6	4	7	7	7	6	5	6	6	6	6	7	7	7	6	6	6
KV12	6	5	5	5	4	5	5	4	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
KV13	6	7	7	4	3	3	7	7	7	7	5	7	7	7	6	7	7	7	7	7	7
KV14	6	7	5	6	6	5	7	6	5	6	5	4	5	4	5	4	4	5	4	5	4
KV15	4	2	2	2	2	4	5	5	6	4	4	4	4	4	4	5	5	5	6	5	5
KV16	6	6	6	5	5	5	6	6	6	6	5	5	6	6	6	6	7	7	5	6	5
KV17	6	6	6	6	6	6	6	5	6	6	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6
KV18	6	7	6	6	6	7	7	4	7	7	5	6	7	6	6	7	7	6	6	7	6
KV21	6	6	6	6	4	6	6	5	6	7	6	6	6	6	6	5	6	5	5	6	6
KV22	7	6	6	4	5	5	5	5	6	7	7	7	7	7	6	7	7	7	7	7	6
KV23	6	6	6	6	5	5	5	5	6	6	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
KV24	6	6	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6	6	6	3	6	6	6	6	3	5
KV25	6	4	4	5	5	4	2	3	5	2	5	1	4	2	3	5	4	3	6	2	4
KV26	4	4	4	4	4	4	5	5	4	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
KV27	6	6	5	6	4	5	6	4	6	6	6	6	4	5	5	6	6	6	4	5	4
KV28	7	7	7	7	6	6	7	6	6	7	7	6	7	7	6	7	7	7	7	7	7
KV30	7	5	6	6	5	7	6	6	6	5	5	7	7	7	7	7	7	7	5	6	5
KV31	6	6	5	4	4	5	5	5	4	6	6	6	6	6	4	6	6	6	6	6	6
KV32	6	4	4	6	6	6	5	5	6	6	4	4	4	5	3	3	6	5	6	6	4
KV35	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
KV37	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	3	4	4	4	5	5	5	5	5	5
KV38	7	6	6	6	5	5	6	5	6	6	6	6	6	6	5	6	7	7	6	7	7
KV39	6	5	6	6	5	6	6	5	6	5	5	6	6	6	5	6	5	6	6	6	5
KV40	6	4	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
KV41	6	6	6	6	3	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
KV42	5	4	6	4	5	3	5	5	4	6	4	3	5	5	3	4	5	4	5	5	4

Ek-4'ün devamı

Hepsiburada	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18	K19	K20	K21
KV43	6	4	6	5	4	7	6	6	6	5	5	6	7	7	7	6	6	6	5	6	6
KV44	6	4	6	7	4	7	6	6	6	6	6	6	7	6	7	7	7	6	5	6	5
KV46	2	2	2	2	2	2	2	2	2	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
KV47	4	2	4	4	4	4	6	5	6	6	5	5	6	5	6	6	6	6	5	5	6
KV48	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	6	6	6	6	7	7	7	6	7	7
KV49	6	6	6	6	4	7	7	4	6	6	6	4	7	7	7	7	7	7	4	4	6
KV50	6	6	6	4	4	4	6	4	7	7	5	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5
KV52	6	6	5	5	5	5	6	6	6	7	5	6	7	7	7	7	7	7	5	6	6
KV53	5	5	6	6	5	5	5	5	6	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	7	7
KV54	6	5	6	5	4	2	6	5	6	6	4	5	6	5	5	6	6	6	5	5	5
KV55	6	6	5	6	6	7	6	6	7	7	7	7	6	7	6	7	7	7	6	7	6
KV56	4	4	5	3	4	3	5	4	3	4	5	4	3	4	5	3	4	5	3	4	3
KV57	5	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	7	7	6	6	6	6	6	6
KV59	6	5	6	5	4	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6

Gittigidiyor	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18	K19	K20	K21
KV1	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	6	2	2	2	2	5	5	5	4	4	4
KV2	6	5	6	5	4	4	7	5	6	6	6	7	6	7	5	7	6	6	7	6	5
KV3	6	6	6	5	5	5	6	5	6	6	6	5	5	6	6	6	6	5	6	6	6
KV4	6	7	4	5	4	6	5	6	6	7	7	4	5	6	4	7	7	7	7	7	6
KV6	6	6	6	4	4	4	7	7	7	6	6	6	4	4	4	7	7	7	6	6	6
KV8	7	6	6	6	6	7	7	7	6	6	7	6	7	7	6	6	7	7	6	7	7
KV9	7	7	7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	7	7	7	7	7	7
KV10	6	6	6	3	3	3	6	3	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
KV11	6	6	6	6	6	4	6	7	7	5	6	6	6	6	6	7	7	6	6	6	6
KV12	4	4	6	4	5	2	6	5	5	3	4	4	4	4	4	4	4	5	3	5	6
KV13	7	7	7	6	6	7	6	5	6	5	6	6	7	7	7	6	7	6	7	7	6
KV14	6	4	7	5	6	5	6	5	6	7	5	6	5	7	5	6	5	7	6	6	6
KV18	2	4	4	4	5	5	3	4	5	4	4	4	5	4	4	1	1	1	3	4	2
KV19	5	5	5	4	4	3	5	3	5	4	4	3	3	2	2	5	6	6	5	4	5
KV21	6	6	6	6	4	6	6	5	6	7	6	6	6	6	6	5	6	5	5	6	6
KV23	5	5	5	5	4	4	4	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
KV24	6	6	6	6	6	4	6	6	6	7	6	6	5	5	4	6	6	6	6	2	6
KV25	6	6	3	2	4	5	4	3	6	4	1	4	1	5	3	4	5	3	5	2	5
KV26	5	4	5	5	5	5	5	5	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
KV27	6	5	6	6	4	4	6	5	6	6	5	6	6	6	5	6	6	6	4	6	4

Ek-4'ün devamı

Gittigidiyor	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18	K19	K20	K21
KV29	4	3	4	4	4	4	4	4	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
KV30	5	6	6	5	5	6	6	6	6	7	6	6	6	7	6	7	7	7	5	6	7
KV31	6	5	5	5	4	5	5	4	4	5	6	5	6	6	4	6	6	6	6	5	5
KV35	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	5	5	6	6	6	6	6	5	5
KV37	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
KV38	7	6	6	6	5	5	6	5	6	6	6	6	5	6	6	5	6	5	6	6	7
KV39	6	6	6	6	5	6	6	5	6	4	4	4	7	6	5	6	5	7	7	6	5
KV41	6	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
KV42	5	4	3	5	5	3	5	5	4	2	4	3	2	5	2	5	4	3	2	2	2
KV44	6	5	6	6	4	5	6	6	6	6	6	6	5	6	5	7	7	6	6	6	6
KV45	6	5	5	5	6	5	5	5	6	6	5	5	4	4	4	7	7	7	5	5	5
KV46	6	7	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	6	6	7	6	7	7
KV54	5	5	4	3	4	3	5	5	6	6	6	4	4	3	5	5	6	5	5	5	4
KV55	5	6	5	5	5	5	6	6	6	7	6	7	6	5	5	6	7	7	6	6	5
KV56	4	4	4	5	3	6	4	4	4	5	4	3	4	6	4	3	4	5	3	4	4
KV57	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	6	6	6	6	6

N11	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18	K19	K20	K21
KV1	5	5	5	5	7	5	7	7	7	7	6	6	5	5	5	7	7	7	6	6	6
KV2	7	7	6	6	7	6	7	6	5	7	6	7	6	7	7	7	7	6	7	6	5
KV4	5	6	4	5	7	6	5	6	6	6	7	4	6	5	4	7	7	7	6	6	6
KV6	6	5	5	5	7	6	7	7	7	6	4	5	6	6	6	7	7	7	6	6	6
KV7	3	4	4	4	2	5	4	4	3	5	5	5	5	5	5	5	6	5	3	3	4
KV8	6	5	5	6	4	7	7	5	5	6	5	6	6	7	5	5	7	7	6	6	6
KV9	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
KV10	6	6	6	3	3	3	6	3	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
KV12	6	7	7	7	4	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
KV13	7	6	5	2	4	7	5	4	7	4	6	5	6	5	6	7	7	6	7	6	5
KV14	5	7	5	5	6	5	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	5	6	5
KV16	6	6	6	7	6	6	7	6	6	6	6	5	5	6	5	7	6	6	7	5	5
KV18	7	7	6	6	6	7	6	4	7	6	7	6	7	6	6	7	7	7	6	7	7
KV19	5	5	5	4	4	6	6	4	6	6	6	6	6	6	6	6	7	7	6	5	6
KV21	6	4	5	5	4	4	6	5	6	5	3	6	5	5	6	5	6	5	5	6	6
KV22	6	6	6	4	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	6	5	6
KV23	6	6	6	6	5	5	5	5	6	6	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
KV24	7	7	5	5	5	5	5	7	7	7	7	7	7	7	2	7	7	7	7	7	7

Ek-4'ün devamı

Markafoni	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18	K19	K20	K21
KV53	6	6	6	5	4	5	5	5	6	6	6	6	4	4	4	6	6	6	6	6	6
KV54	5	5	5	6	6	6	6	6	6	5	5	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6
KV58	6	5	6	6	5	6	6	5	6	7	6	5	6	5	5	7	7	6	6	7	5

Trendyol	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18	K19	K20	K21
KV5	5	4	4	5	5	5	6	6	6	6	6	5	6	6	5	4	4	4	4	4	4
KV15	3	3	4	5	2	5	4	3	3	3	3	6	6	6	6	6	5	6	6	7	7
KV18	7	5	6	4	5	6	7	6	7	7	6	6	7	7	6	7	7	7	6	7	4
KV20	5	4	4	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6	5	7	6	7	6	7	6
KV21	6	6	6	6	4	6	6	4	6	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	7	6
KV24	7	7	7	7	7	7	7	7	7	5	6	7	7	7	6	7	7	7	7	7	7
KV25	4	3	2	2	2	3	6	4	6	4	1	2	4	7	6	6	4	2	2	2	5
KV27	4	4	5	6	6	5	6	6	6	4	5	6	5	6	6	7	6	6	5	6	5
KV29	4	3	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
KV31	7	2	6	4	4	5	5	3	3	4	5	5	6	6	7	7	7	6	6	7	7
KV32	7	6	6	6	4	4	6	6	6	5	5	7	4	4	6	7	6	6	5	6	6
KV34	6	6	6	6	4	4	5	5	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	6	6	6
KV36	5	6	6	5	5	6	6	5	6	6	6	6	5	6	6	6	6	6	6	5	5
KV37	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
KV38	3	3	3	5	3	6	6	4	6	6	4	6	6	6	5	6	6	6	6	6	6
KV39	6	6	6	5	5	6	6	6	5	5	5	5	6	6	5	7	7	7	6	6	6
KV40	3	4	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5
KV41	4	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	6	6	6	6	6
KV43	4	5	6	5	4	5	5	5	6	5	7	7	5	6	5	5	5	6	7	7	7
KV45	6	6	5	5	6	7	6	6	6	5	7	6	5	5	5	7	7	6	5	7	5
KV48	5	4	4	5	4	4	6	6	6	4	3	2	6	6	6	7	7	7	6	6	6
KV49	4	4	5	6	4	7	5	6	5	6	6	7	6	6	5	7	7	7	7	7	6
KV50	6	6	6	6	6	6	6	4	4	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6
KV51	6	6	6	6	5	5	6	4	6	7	7	7	6	6	6	6	7	7	6	7	7
KV53	6	6	6	5	5	6	6	6	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
KV54	6	5	6	6	6	7	6	6	6	5	5	6	6	6	7	6	6	6	6	6	6
KV57	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
KV58	5	5	4	5	4	6	6	5	6	7	6	5	6	5	5	7	7	6	6	7	6

Morhipo	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18	K19	K20	K21
KV5	6	6	5	5	5	6	6	6	5	6	5	6	6	6	6	6	6	6	5	6	6
KV18	6	4	5	4	5	6	7	6	5	6	4	6	7	7	6	7	7	7	6	6	5
KV19	6	5	6	6	5	7	6	5	5	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7
KV20	5	5	6	7	6	5	6	6	6	7	5	6	6	6	4	7	6	7	6	7	5
KV21	6	5	6	5	4	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5
KV25	2	2	2	3	3	4	7	7	6	3	2	4	1	7	5	3	3	4	4	3	7
KV28	4	4	4	5	4	4	5	5	4	5	7	7	6	6	6	7	7	7	6	6	6
KV37	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
KV40	4	2	4	4	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	6	6	6	6	6	6
KV45	5	4	5	5	5	6	5	5	6	6	6	5	6	5	6	5	7	7	7	7	5
KV48	5	6	5	4	4	3	6	6	6	3	5	4	6	6	6	7	7	7	7	7	7
KV51	6	6	6	6	5	4	4	4	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
KV54	6	5	6	7	5	6	6	5	6	5	5	6	6	6	6	6	6	6	5	6	6
KV58	5	6	5	5	6	6	6	5	6	5	7	6	5	6	5	7	7	6	6	7	6

R-STUDIO SONUÇLARI

TOP-LINEAR		
Alternatives		R Ranking
1	0.6907554	2
2	0.4243152	4
3	0.7949327	1
4	0.3537376	5
5	0.3361561	6
6	0.5270802	3

TOP-VECTOR		
Alternatives		R Ranking
1	0.6881409	2
2	0.4330777	4
3	0.7989893	1
4	0.3460438	5
5	0.3296588	6
6	0.5175642	3

VIKOR				
Alternatives	S	R	Q	Ranking
1	0.2561134	0.02908551	0.1385892	2
2	0.7275495	0.05618547	10.000.000	6
3	0.1893166	0.02418742	0.0000000	1
4	0.5813800	0.05364463	0.8245106	4
5	0.6947099	0.05007205	0.8739651	5
6	0.3187834	0.04563949	0.4554793	3

Ek-5'in devamı

WASPAS				
Alternatives	WSM	WPM	Q	Ranking
1	0.9712576	0.9708365	0.9710470	2
2	0.9273527	0.9268479	0.9271003	5
3	0.9820200	0.9818488	0.9819344	1
4	0.9301281	0.9285206	0.9293244	4
5	0.9236292	0.9223422	0.9229857	6
6	0.9582987	0.9568169	0.9575578	3

MOORA						
Alternatives	RatioSystem	Ranking	ReferencePoint	Ranking.1	MultiplicativeForm	Ranking.2
1	0.4175997	2	0.002094380	2	1,61E-30	2
2	0.3988867	5	0.002613655	3	6,14E-31	5
3	0.4224528	1	0.001145132	1	2,09E-30	1
4	0.3996047	4	0.004664026	6	6,56E-31	4
5	0.3968723	6	0.004205462	5	5,54E-31	6
6	0.4117637	3	0.004052608	4	1,20E-30	3

R-STUDIO SONUÇLARI

BULANIK ÇÖZÜMLER

Fuzzy TOPSIS Linear		
Alternatives	R	Ranking
1	0,554297139	2
2	0,531534355	5
3	0,559430782	1
4	0,534220515	4
5	0,529334119	6
6	0,550049267	3

Fuzzy TOPSIS Vector					
Alternatives	R.1	R.2	R.3	Def_R	Ranking
1	0,346107	0,719024	1,435199	0,776234	2
2	0,197909	0,447999	1,02478	0,502448	4
3	0,379975	0,799403	1,635232	0,868803	1
4	0,166165	0,346288	0,832382	0,397283	5
5	0,194119	0,335971	0,555435	0,348906	6
6	0,278049	0,531218	1,122192	0,587518	3

Fuzzy VIKOR													
Alternatives	S.1	S.2	S.3	Def S	R.1	R.2	R.3	Def R	Q.1	Q.2	Q.3	Def Q	Ranking
1	-6,22200513	0,912261215	13,91545789	2,379493796	-0,11833111	0,091444526	0,789990632	0,213637143	-0,8410681	0,004818335	0,864083074	0,008162911	2
2	-5,4633	2,664816271	16,19081685	4,014287348	-0,1175518	0,261732459	0,983122666	0,347258947	-0,82388659	0,119029392	1	0,103543048	6
3	-6,34032241	0,695136065	13,5744306	2,15609508	-0,14731885	0,10	0,816264375	0,216991489	-0,85651516	0,003567496	0,868136173	0,004689	1
4	-5,7426164	2,356971878	15,97429312	3,736405119	-0,13335425	0,28848269	0,976911603	0,355130682	-0,83707455	0,124029622	0,992447827	0,10085813	5
5	-5,25523607	2,578617329	15,78872876	3,922681838	-0,09488036	0,285187695	0,899120942	0,343653994	-0,80924165	0,127490876	0,953922671	0,099915694	4
6	-6,19993478	1,215235558	14,45957431	2,672527663	-0,13591918	0,246186355	0,858879907	0,303833359	-0,84835762	0,079984886	0,906627914	0,054560017	3

Fuzzy MOORA		
MultiplicativeForm	RatioSystem	ReferencePoint
4,99838E+19	3,410110407	0,022538388
2,58485E+19	3,245767872	0,040964436
6,53204E+19	3,450405508	0,0203945104
3,18418E+19	3,261146723	0,07276286
1,90419E+19	3,221223973	0,06779015
4,9873E+19	3,3760	0,062151464

Fuzzy WASPAS						
Q	11,87624885	11,29474779	12,00534738	11,36590135	11,22730378	11,7655796
P	0,304529773	0,211964395	0,330373558	0,22954948	0,187026786	0,289110987
K	6,09038931	5,753356094	6,167860471	5,797725415	5,707165283	6,027345295
Ranking	2	5	1	4	6	3