



T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI

BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ YÖNTEMİ İLE
KESİF YEM SEÇİMİ

Merve ÇOLAK
1630227049

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Doç. Dr. Kenan Oğuzhan ORUÇ

ISPARTA-2018



SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



YÜKSEK LİSANS TEZ SAVUNMA SINAV TUTANAĞI

Öğrencinin Adı Soyadı	Merve ÇOLAK	
Anabilim Dalı	Ekonometri	
Tez Başlığı	Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi İle Yem Seçimi	
Yeni Tez Başlığı ¹ (Eğer değişmesi önerildi ise)	Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi yöntemi ile Kesif Yem Seçimi	
Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği hükümleri uyarınca yapılan Yüksek Lisans Tez Savunma Sınavında Jürimiz 21/12/2018 tarihinde toplanmış ve yukarıda adı geçen öğrencinin Yüksek Lisans tezi için; ☒ OY BİRLİĞİ ☐ OY ÇOKLUĞU² ile aşağıdaki kararı almıştır. ☒ Yapılan savunma sınavı sonucunda aday başarılı bulunmuş ve tez KABUL edilmiştir. ☐ Yapılan savunma sınavı sonucunda tezin DÜZELTİLMESİ³ kararlaştırılmıştır. ☐ Yapılan savunma sınavı sonucunda aday başarısız bulunmuş ve tezinin REDDEDİLMESİ⁴ kararlaştırılmıştır.		
TEZ SINAV JÜRİSİ	Adı Soyadı/Üniversitesi	İmza
Danışman	Doç. Dr. Kenan Oğuzhan ORUÇ/SDÜ	
Jüri Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi Erdal AYDEMİR/SDÜ	
Jüri Üyesi	Dr. Öğr. Üyesi Yusuf ŞAHİN/MAKÜ	
Jüri Üyesi		
Jüri Üyesi		

¹ Tez başlığının DEĞİŞTİRİLMESİ ÖNERİLDİ ise yeni tez başlığı ilgili alana yazılacaktır. Değişme yoksa çizgi (-) konacaktır.

² OY ÇOKLUĞU ile alınan karar için muhalefet gerekçesi raporu eklenmelidir.

³ DÜZELTME kararı için gerekçeli jüri raporu eklenmeli ve raporu tüm üyeler imzalamalıdır.

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM-ÖĞRETİM VE SINAV YÖNETMELİĞİ Madde 28-(4) Tezi hakkında DÜZELTME kararı verilen öğrenci sınav tarihinden itibaren en geç üç ay içinde gereğini yaparak tezini aynı jüri önünde yeniden savunur.

⁴ Tezi REDDEDİLEN öğrenciler için gerekçeli jüri raporu eklenmeli ve raporu tüm üyeler imzalamalıdır. Tezi reddedilen öğrenci, yeni tez konusu belirler.



T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü



YEMİN METNİ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi İle Kesif Yem Seçimi” adlı çalışmamın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadar ki bütün süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Bibliyografya’da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim.


Merve ÇOLAK
21/12/2018

(ÇOLAK, Merve, *Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi İle Kesif Yem Seçimi*, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 2018)

ÖZET

Her dönemin başlıca sorunlarından olan karar verme, içinde bulunduğumuz dönemde de seçeneklerin ve belirleyici faktörlerin artmasıyla daha da karmaşık bir hale gelmiştir. Karar verici konumundaki kişilerin etkin kararlar verebilmesi ve problemlere kalıcı çözümler bulabilmesi için matematiksel yöntemlerin kullanılması kaçınılmaz bir durum haline almıştır. Bununla birlikte sözel verilerin kullanımından kaynaklanan bulanıklık ve belirsizlik ortamında karar verme zorunluluğu Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleriyle, bulanık mantık prensiplerinin entegre bir şekilde kullanılmasının ve hibrit modeller oluşturulmasının önünü açmıştır.

Bu çalışmada Konya ilinde faaliyet gösteren büyükbaş hayvan yetiştiricilerinin kesif yem seçim problemi Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (BAHP) yöntemi kullanılarak çözülmüştür. 4 ayrı yem markası 5 ana kriter ve 21 alt kriter kullanılarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak Proyem %32, CP %29, New Hope %21, Birinci Yem ise %18, ağırlığa ulaşmıştır.

Anahtar Kelimeler: AHP, Bulanık AHP, Bulanık Mantık, Çok Kriterli Karar Verme, Yem Seçimi

(ÇOLAK, Merve, *Concentrate Feed Selection By Using Fuzzy Analytical Hierarchy Process*, Master's Thesis, Isparta, 2018)

ABSTRACT

Decision making, which is one of the mainly problems of each period, has become even more complicated with the increase of options and decisive factors in our current period. The use of mathematical methods has become inevitable for decision makers to make effective decisions and to find permanent solutions to problems. In addition, decision-making obligation in the fuzziness and uncertainty environment caused by the use of verbal data, it has caused for integrating Multi Criteria Decision Making (MCDM) methods with fuzzy logic principles and creating hybrid models.

In this study, concentrate feed selection problem of bovine breeders operating in Konya province has solved by using Fuzzy Analytical Hierarchy Process (FAHP) method. 4 different feed brands were evaluated using 5 main criteria and 21 sub-criteria. As a result, Proyem 32%, CP 29%, New Hope 21% and Birinci Yem 18% reached weight.

Key Words: AHP, Fuzzy AHP, Fuzzy Logic, Multi Criteria Decision Making, Feed Selection

İÇİNDEKİLER

TEZ SAVUNMA SINAV TUTANAĞI	ii
YEMİN METNİ	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER	ix
KISALTMALAR	x
TABLolar	xi
ŞEKİLLER	xiii
ÖN SÖZ.....	xiv
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM HAYVANCILIK

1.1. BÜYÜKBAŞ HAYVAN YETİŞTİRİCİLİĞİ.....	3
1.2. YEM	3
1.2.1. Kesif Yem Üretimi'nin Tarihçesi	4
1.2.2. Kesif Yem Üretimi	5
1.2.3. Kesif Yemin Süt Sığırcılığındaki Yeri	5
1.2.4. Kesif Yem Seçim Süreci.....	6

İKİNCİ BÖLÜM KARAR TEORİSİ

2.1. KARAR VERME	8
2.2. KARAR VERME SÜRECİNİN AŞAMALARI	8
2.3. KARAR ORTAMLARI	9
2.3.1. Belirlilik Ortamı.....	9
2.3.2. Risk Ortamı.....	9
2.3.3. Belirsizlik Ortamı	10
2.4. KARAR PROBLEMLERİNİN ELEMANLARI	10
2.5. KARAR VERME TEKNİKLERİ	11
2.5.1. Tek Amaçlı Karar Verme	11
2.5.2. Karar Destek Sistemleri.....	12
2.5.3. Çok Kriterli Karar Verme	12

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME

3.1. TANIM	13
3.2. ÇOK AMAÇLI KARAR VERME	14
3.3. ÇOK NİTELİKLİ KARAR VERME	14
3.3.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)	15
3.3.1.1. Problemin Belirlenmesi ve Hiyerarşik Yapının Oluşturulması	16
3.3.1.2. İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması	17
3.3.1.3. Önem Ağırlıklarının Belirlenmesi	18
3.3.1.4. Tutarlılık Oranının Hesaplanması	20
3.3.1.5. Alternatiflerin Önem Ağırlıklarının Hesaplanması	21
3.3.1.6. Alternatiflerin Sonuç Dağılımlarının Bulunması	21
3.3.2. Analitik Ağ Süreci (ANP)	22
3.3.3. ELECTRE	22
3.3.4. PROMETHEE	23
3.3.5. VIKOR	23
3.3.6. TOPSIS	23
3.3.7. UTADIS	23

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

KLASİK, SEMBOLİK VE BULANIK MANTIK

4.1. KLASİK MANTIK	25
4.1.1. Klasik Kümeler	25
4.1.1.1. Klasik Kümelerde İşlemler	26
4.2. SEMBOLİK (MODERN) MANTIK	26
4.3. BULANIK MANTIK	27
4.3.1. Bulanık Kümeler	27
4.3.1.1. Üyelik Fonksiyonu	27
4.3.1.1.1. Üyelik Fonksiyonu Kısımları	28
4.3.1.1.2. Üyelik Fonksiyonu Türleri	29
4.3.1.2. Bulanık Kümelerde Kavramlar	31
4.3.1.3. Bulanık Kümelerde İşlemler	33
4.3.2. Bulanık Sayılar	33
4.3.2.1. Bulanık Sayılarda Aritmetik İşlemler	34
4.3.3. Bulanıklaştırma	35

4.3.4. Durulaştırma	36
4.3.4.1. Maksimum Üyelik Yöntemi.....	36
4.3.4.2. Ortalama Maksimum Üyelik Yöntemi	36
4.3.4.3. En Büyük İlk veya Son Üyelik Derecesi Yöntemi.....	37
4.3.4.4. Ağırlıklı Ortalama Yöntemi	38
4.3.4.5. Ağırlık Merkezi Yöntemi	38
4.3.4.6. Toplamların Merkezi Yöntemi.....	39

BEŞİNCİ BÖLÜM

BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ

5.1. VAN LAARHOVEN VE PEDRYCZ YÖNTEMİ	40
5.2. BUCKLEY YÖNTEMİ.....	41
5.3. GENİŞLETİLMİŞ ANALİZ YÖNTEMİ.....	41
5.3.1. İkili Karşılaştırmaların Yapılması	41
5.3.2. Bulanık Sentetik Değerin Bulunması	42
5.3.3. Olabilirlik Derecesinin Hesaplanması	43
5.3.4. Ağırlık Vektörünün Hesaplanması	45
5.3.5. Bulanık AHP’de Tutarlılık Hesabı	46
5.4. LİTERATÜR ÖZETİ	46

ALTINCI BÖLÜM

UYGULAMA

6.1. BAHP İLE YEM SEÇİMİNİN YAPILMASI.....	52
6.1.1. Ana Kriterler, Alt Kriterler ve Alternatiflerin Belirlenmesi	54
6.1.2. İkili Karşılaştırmaların Yapılması	58
6.1.3. Bulanık Sentetik Değerin Bulunması	59
6.1.4. Olabilirlik Derecesinin Hesaplanması	61
6.1.5. Ağırlık Vektörünün Hesaplanması	63
SONUÇ.....	77
KAYNAKLAR	80
EKLER.....	89
Ek 1. BAHP Anketi	89
ÖZ GEÇMİŞ.....	103

SİMGELER

$\tilde{A}$	A Bulanık Kümesi
M_{gi}^j	Her Bir Amaca Yönelik Genişletilmiş Değer
MC_i	i. Ana Kriter
SC_i	i. Alt Kriter
S_i	Bulanık Sentetik Genişletme Değeri
$\otimes$	Bulanık Sayılarda Çarpma İşlemi İşareti
E	Evrensel Küme
R	Reel Sayı
W	Normalize Ağırlık Vektörü
W'	Ağırlık Vektörü
α	(0,1] Aralığında Tanımlı Bir Gerçek Sayı
$\mu(x)$	Üyelik Fonksiyonu
φ	Fonksiyonun Genişliği

KISALTMALAR

AHP	Analitik Hiyerarşı Prosesi (Analitik Hiyerarşı Süreci)
ANP	Analytic Network Proses (Analitik Ağ Süreci)
BAHP	Bulanık AHP
BCOPRAS	Bulanık COPRAS
BDELPHI	Bulanık DELPHI
BDEMATEL	Bulanık DEMATEL
BSC	Balanced Scorecard
BTOPSIS	Bulanık TOPSIS
BWASPAS	Bulanık WASPAS
CI	Consistency Index (Tutarlılık İndeksi)
COPRAS	Complex Proportional Assesment (Karmaşık Oransal Değerlendirme)
CR	Consistency Rate (Tutarlılık Oranı)
ÇAKV	Çok Amaçlı Karar Verme
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
ÇNKV	Çok Nitelikli Karar Verme
DEMATEL	Decision Making Trial And Evaluation Laboratory
ELECTRE	Elemination Et Choix Traduisant la Realite
ERP	Enterprise Resource Planning
ISO	International Organization for Standardization
Max	Maksimum
Min	Minimum
OHSAS	Occupational Health and Safety Assesment Series
PROMETHEE	Preference Ranking Organisation Method For Enrichment Evaluations
RI	Random Index (Rassallık İndeksi)
TOPSIS	Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution
Tüik	Türkiye İstatistik Kurumu
UTADIS	Utilities Additives Discriminantes
VIKOR	Vise Kriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje
WASPAS	Weighted Aggregated Sum-Product Assessment

TABLÖLAR

Tablo 1. ÇNKV Problemlerinin Sınıflandırılması.....	14
Tablo 2. Önem Ölçeği	18
Tablo 3. Kriterler İçin İkili Karşılaştırma Matrisi	18
Tablo 4. RI Değerleri.....	20
Tablo 5. BAHP’de Karar Kriterleri ve Alternatiflerin Değerlendirilmesinde Kullanılan Dilsel Değerler ve Önem Ölçeği	42
Tablo 6. Kriter Belirlemede Örnek Çalışmalar Tablosu	53
Tablo 7. Uzmanlar ve Nitelikleri.....	53
Tablo 8. Ana Kriterler ve Alt Kriterler.....	54
Tablo 9. Ana Kriterlere Ait İkili Karşılaştırma Matrisi.....	59
Tablo 10. İkili Karşılaştırma Matrisi Satır ve Sütun Değerleri Toplamı.....	60
Tablo 11. Ana Kriterlere Ait Sentetik Değerler	61
Tablo 12. Ana Kriterlere Ait Olabilirlik Dereceleri	63
Tablo 13. Fiyat Ana Kriterine Ait Alt Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisi.....	64
Tablo 14. Teslimat Ana Kriterine Ait Alt Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisi.....	64
Tablo 15. Hizmet Ana Kriterine Ait İkili Karşılaştırma Matrisi	65
Tablo 16. Kalite Ana Kriterine Ait Alt Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisi	66
Tablo 17. Marka Ana Kriterine Ait İkili Karşılaştırma Matrisi	66
Tablo 18. Ana Kriter ve Alt Kriterlere Ait Ağırlıklar	67
Tablo 19. Ürün Fiyatı Alt Kriterine Ait İkili Karşılaştırma Matrisi.....	67
Tablo 20. Alım Miktarına Göre İndirim Düzeyi Alt Kriterine Ait İkili Karşılaştırma Matrisi	68
Tablo 21. Ödeme Süresi Esnekliği Alt Kriterine Ait İkili Karşılaştırma Matrisi.....	68
Tablo 22. Sektördeki Hammaddede Fiyat Dalgalanmalarının Ürün Fiyatına Yansıma Süresi Alt Kriterine Ait İkili Karşılaştırma Matrisi	68
Tablo 23. Zamanında ve Hatasız Teslim Alt Kriterine Ait İkili Karşılaştırma Matrisi .	68
Tablo 24. Adrese Teslim Alt Kriterine Ait İkili Karşılaştırma Matrisi	69
Tablo 25. Güvenli Teslim Alt Kriterine Ait İkili Karşılaştırma Matrisi	69
Tablo 26. Ulaşılabilirlik ve Muhatap Bulma Alt Kriterine Ait İkili Karşılaştırma Matrisi	69
Tablo 27. Dağıtıcı Firmanın Tutumu Alt Kriterine Ait İkili Karşılaştırma Matrisi	69
Tablo 28. İade Alma Alt Kriterine Ait İkili Karşılaştırma Matrisi.....	70
Tablo 29. Bilgi Alış Verişi Alt Kriterine Ait İkili Karşılaştırma Matrisi.....	70

Tablo 30. Sorun Çözme Kabiliyeti Alt Kriterine Ait İkili Karşılaştırma Matrisi	70
Tablo 31. Hatalı Ürün Gönderme Oranı Alt Kriterine Ait İkili Karşılaştırma Matrisi ..	70
Tablo 32. Kalite Standartlarına Uygunluk Alt Kriterine Ait İkili Karşılaştırma Matrisi	71
Tablo 33. Süt Verimini Artırma Kabiliyeti Alt Kriterine Ait İkili Karşılaştırma Matrisi	71
Tablo 34. Üreme Yeteneğine Etkisi Alt Kriterine Ait İkili Karşılaştırma Matrisi	71
Tablo 35. Markanın Tanınırlığı Alt Kriterine Ait İkili Karşılaştırma Matrisi	71
Tablo 36. Güvenilirlik Referansı Alt Kriterine Ait İkili Karşılaştırma Matrisi	72
Tablo 37. Sosyal Sorumluluk Projeleri Alt Kriterine Ait İkili Karşılaştırma Matrisi	72
Tablo 38. Çevre Duyarlılığı Alt Kriterine Ait İkili Karşılaştırma Matrisi	72
Tablo 39. Promosyon Faaliyetleri Alt Kriterine Ait İkili Karşılaştırma Matrisi	72
Tablo 40. Alt Kriterlere Göre Alternatif Ağırlıkları	73
Tablo 41. Fiyat Kriterine Göre Elde Edilen Ağırlıklar	73
Tablo 42. Teslimat Kriterine Göre Elde Edilen Ağırlıklar	74
Tablo 43. Hizmet Kriterine Göre Elde Edilen Ağırlıklar	74
Tablo 44. Kalite Kriterine Göre Elde Edilen Ağırlıklar	74
Tablo 45. Marka Kriterine Göre Elde Edilen Ağırlıklar	75
Tablo 46. Ana Kriterlere Göre Alternatif Ağırlıkları	75
Tablo 47. Uygun Alternatifin Belirlenmesine Yönelik Ağırlıklar	75

ŞEKİLLER

Şekil 1. Kesif Yem.....	5
Şekil 2. Süt Sığırısı Besleme	6
Şekil 3. Karar Verme Teknikleri.....	11
Şekil 4. AHP'nin Hiyerarşik Yapısı	17
Şekil 5. Üyelik Fonksiyonu Kısımları	29
Şekil 6. Üçgen Üyelik Fonksiyonu	30
Şekil 7. Yamuk Üyelik Fonksiyonu.....	30
Şekil 8. Maksimum Üyelik Yöntemi	36
Şekil 9. Ortalama Maksimum Üyelik Yöntemi	37
Şekil 10. En Büyük İlk veya Son Üyelik Derecesi Yöntemi	37
Şekil 11. Ağırlıklı Ortalama Yöntemi.....	38
Şekil 12. Ağırlık Merkezi Yöntemi	39
Şekil 13. Olabilirlik Derecesi Hesabı.....	44
Şekil 14. Problemin Hiyerarşik Yapısı	58

ÖN SÖZ

Tez çalışmam boyunca yardımlarını esirgemeyen, tecrübesiyle bana yol gösteren, sabırla dertlerimi dinleyen değerli danışman hocam Doç. Dr. Kenan Oğuzhan Oruç'a,

Anket çalışmamız sırasında sorularımı sabırla cevaplayan süt üreticilerine,

Tanıştığımız günden bu yana her türlü sevinç ve üzüntümü paylaştığım arkadaşım aynı zamanda yengem Sevde'ye, ailemizin neşe kaynağı sevgili kardeşim Sümeyye'ye, hayatımın her aşamasında yanımda olan, varlığıyla bana güç veren, motivasyon kaynağım abim Ömer Faruk'a, Beni bugünlere getiren her zaman desteklerini hissettiğim anneme ve babama sonsuz teşekkür ederim.

Merve ÇOLAK

Isparta-2018

GİRİŞ

Beslenme; insanın büyümesi, gelişmesi, sağlıklı ve uzun bir hayat sürmesi için gerekli öğeleri alarak vücudunda kullanması işlemidir. Beslenme amaçlı vücuda alınan yenilebilir formdaki bitkisel ve hayvansal ürünler ise besin olarak adlandırılır. Besinler kimyasal yapılarına ve vücuttaki etkinliklerine göre proteinler, yağlar, karbonhidratlar, mineraller, vitaminler ve su olmak üzere altı gruba ayrılır. Yaşamın devamlılığı için çok önemli olan bu besin öğelerinin her birinin yeterli miktarlarda alınması ve vücutta kullanılması durumuna “yeterli ve dengeli beslenme” denir (Baysal, 2000: 12).

Dünyada yaşanan hızlı nüfus artışı beslenme sorunlarını da beraberinde getirmektedir ve insan beslenmesinde hayvansal kaynaklı proteinler geniş yer tuttuğundan, hayvansal üretim oldukça önemlidir. Yeterli ve dengeli bir beslenmede, günlük protein ihtiyacının %40-50’si hayvansal kaynaklı olmalıdır. Ayrıca ülkelerin gelişmişlik düzeyinin belirlenmesinde kişi başı tüketilen hayvansal kaynaklı protein oranı, önemli bir ölçüt olarak görülmektedir (Kanbur, 2011: 1).

İnsanların sağlıklı ve dengeli beslenmesinin yanında, hayvancılığa bağlı sanayinin gelişmesi, köyden kente göçün azalması, kırsal istihdamın sağlanması gibi durumlar düşünüldüğünde hayvancılığın devamlılığının sağlanması ülkeler için hayati önem arz etmektedir. Sık sık gündeme gelen et ve süt fiyatlarındaki yüksek rakamlar, son yıllarda gözleri hayvancılık sektörüne çevirmiştir. Sorunun çözülebilmesi için altında yatan sebeplerin incelenmesi, üreticilerin ihtiyaçlarının belirlenmesi, eksiklerinin giderilmesi gerekmektedir. Zira kalıcı çözümün, üretimin artırılması ve devamlılığının sağlanmasıyla olacağı tartışma götürmez bir gerçektir.

Hayvancılık sektöründe pek çok sorun olmasına karşın bunlar içerisinde en önemli olanı, hayvanların beslemesidir. Çünkü besleme hem verimliliği, hem de ürün kalitesini etkileyen önemli bir faktördür. Ayrıca besleme maliyeti, diğer hayvancılık giderleri içerisinde en yüksek paya sahip maliyet kalemidir. Dolayısıyla hayvancılık işletmelerinin kâr edebilmesinin yolu, verimliliği düşürmeden besleme maliyetlerini minimize etmekten geçmektedir (Özen vd., 2006: 3).

Hayvanlara ağız yoluyla verildiğinde herhangi bir zarara yol açmayan, yaşamlarını sürdürmeleri için gerekli, aynı zamanda verim artırıcı etkiye sahip organik

ve inorganik formdaki maddelere yem denir. Yemler kaba yem ve kesif yem olarak iki gruba ayrılırlar (Taş, 2010: 282-283). Selüloz içeriği yüksek; yeşil ot, saman, silaj, pancar posası vb. kapsayan yem grubuna kaba yem; hayvanların protein, enerji ve diğer besin ihtiyaçlarını dengelemek amacıyla sindirilme kabiliyeti yüksek, organik madde bakımından zengin, belirli formulasyona sahip fabrikasyon yem grubuna ise kesif yem denir (Taş, 2010: 283; Hacıhasanoğlu, 2015: 15).

Birden çok kriter ve karar alternatifinin olduğu ortamlarda ikili karşılaştırmalar yapılarak alternatifler içinden en uygun olanının seçilmesi veya alternatifler arasında en uygun sıralamanın yapılmasına ÇKKV denir. (Zyoud vd., 2016: 87).

Hayvancılık sektöründe üreticilerin pek çok açıdan değerlendirerek verdikleri yem seçim kararları bir ÇKKV problemidir. Bu çalışmada, ÇKKV yöntemlerinden olan Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi sözel verilerden kaynaklanan belirsizliklerin giderilmesi, gerçeğe daha yakın sonuçların elde edilmesi amacıyla bulanık mantıkla birleştirilmiş ve çok sayıda BAHP yönteminden biri olan Chang (1996) tarafından önerilen Genişletilmiş Analiz Yöntemi kullanılmıştır.

Çalışma altı bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde büyükbaş hayvan yetiştiriciliği ve kesif yem kavramı üzerinde durulmuştur. İkinci bölümde karar teorisi, karar verme, karar ortamları ve karar verme teknikleri açıklanmıştır. Üçüncü bölümde ÇKKV, Çok Nitelikli Karar Verme (ÇNKV) ve Çok Amaçlı Karar Verme (ÇAKV) yöntemlerinden bahsedilmiştir. Çalışmada kullanılan AHP metodu ayrıntılı bir şekilde, diğer bazı ÇKKV yöntemleri kısaca açıklanmıştır. Dördüncü bölümde mantık kavramı, tarihsel gelişimi ile ele alınmıştır. Ardından klasik ve sembolik mantık açıklanmış, son olarak da dilsel verileri sayısal olarak ifade etmeye yarayan bulanık mantık ayrıntılı şekilde ele alınmıştır. Beşinci bölümde BAHP'nin uygulanması konusunda önerilen farklı yöntemlere değinilmiştir. Çalışmada uygulanan yöntem olan Chang'ın genişletilmiş analiz yöntemi ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Altıncı bölümde, konunun uzmanları ve literatür yardımıyla kriter ve alt kriterler belirlenmiştir. Bu kriter ve alt kriterler ışığında BAHP yöntemi kullanılarak probleme çözüm aranmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

HAYVANCILIK

1.1. BÜYÜKBAŞ HAYVAN YETİŞTİRİCİLİĞİ

Hayvancılık, insanoğlunun var olduğu günden beri temel geçim ve ticaret kaynaklarından biri durumundadır. İnsanlar ilk çağlarda avlanarak beslenme, giyinme vb. ihtiyaçlarını sağlarken, daha sonraları hayvanları evcilleştirerek daha yüksek fayda elde etmeyi amaçlamışlardır. Sonraki zamanlarda ise hayvan yetiştiriciliği ticari bir faaliyet halini almıştır (Uçar, 2017: 134).

Hayvancılık gelişmişlik düzeyinden bağımsız olarak, tüm ülkeler için büyük öneme sahiptir (Taş, 2010: 282). Başta gıda sektörü olmak üzere tarım, ilaç, tekstil, kozmetik ve kimya sektörlerine hammadde sağlayan önemli bir faaliyet alanıdır (Uçar, 2017: 134). Ayrıca hayvancılık birim yatırıma yüksek katma değer sağlayan düşük maliyetle istihdam oluşturan bir sektördür (Köseman-Şeker, 2015: 112).

Türkiye’de hayvancılık, artan gıda ihtiyacının karşılanması, daha fazla kişiye istihdam sağlanması, hayvansal ürünlerin ithalatının önüne geçilmesi ve devamında ihracat yapılması ile ekonomiye yüksek katkı sağlama potansiyeline sahip sektörlerden birisidir. Mevcut potansiyelin değerlendirilmesi ve uluslararası rekabet edilebilirliğin sağlanması üretimdeki kalite ve verimliliğin artırılması ile doğrudan ilişkilidir (Köseman-Şeker, 2015: 117).

1.2. YEM

Hayvancılığın en önemli girdilerinden olan, hem üretimi, hem ürün kalitesini etkileyen faktör beslemedir. Hayvan beslemesinde kullanılan, hayvanların yaşamlarının devamlılığı ve verimliliklerinin sağlanması için ihtiyaç duydukları besin maddeleri yem olarak adlandırılır. Her hayvan türüne göre farklılık gösteren yemler, süt sığırcılığında kaba ve kesif yem olarak ikiye ayrılır (Taş, 2010: 282-283).

Kaba yem, selüloz oranı yüksek, enerji oranı düşük yem grubudur. Saman, baklagil sapları, ot kuruları kaba yeme örnektir. Kesif yem, madde ve enerji bakımından

hayvanların yaşama ve verim ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla ve belli sınır ve şartlarda yedirildiği zaman hayvan sağlığına zararlı olmayan organik ve inorganik maddeler veya bunların karışımıdır (Kanbur, 2011: 1).

Kullanılan yemlerin hayvan beslenmesinin yanında işletme ekonomisi açısından da önemi büyüktür. Zira yem giderleri üretim maliyetleri içerisinde %60-70'e varan bir paya sahiptir (Denli vd., 2014: 23).

1.2.1. Kesif Yem Üretimi'nin Tarihçesi

1870 yılında İngiltere ve Almanya'da ordudaki atlar için "At Bisküvisi" adıyla üretilen yem karışımı ilk kesif yem örneği olarak kabul edilmektedir. 1885 yılına gelindiğinde ise Amerika Birleşik Devletleri'nde mısır, yulaf ve arpanın karışımından oluşan ilk kesif yeme, karıştırılan üç ürünün İngilizce baş harflerinin birleştirilmesinden oluşan "COB Feed" adı verilmiştir. 1908 yılında yine Amerika'da buğday, yulaf, akdarı, keten tohumu, mısır, vb. karıştırılarak bir civciv yemi üretilmiştir. Yaklaşık aynı tarihlerde Avrupa'da da kesif yem üretiminde ve karma sistemleri alanında çalışmalar yapılmıştır. Kesif yem endüstrisinin gelişmesiyle 1916 yılında Amerika'da, 1920'de de Almanya'da ilk yasal düzenlemeler yapılmıştır (Karabulut vd., 2000: 985; Akdeniz vd., 2005: 6).

Türkiye'de ise ilk yem fabrikası sığır besi yemi üretmek amacıyla 1955 yılında İstanbul'da özel bir şirket tarafından kurulmuş ancak kısa bir süre içerisinde kapanmıştır. Daha sonra Toprak Mahsulleri Ofisi tarafından bazı girişimlerde bulunulsa da yem üretimi ve yem teknolojisinin uzmanlık gerektiren bir konu olmasının anlaşılmasıyla bu iş için ayrı bir kuruluş olan Yem Sanayi Türk A.Ş. 1956 yılında kurulmuştur. Bu kuruluş 1958'de Ankara ve Konya'da, 1959'da Erzurum'da, 1960 yılında da İstanbul'da birer yem fabrikası kurmuştur (Karabulut vd., 2000: 986)

Bu fabrikaları özel sermaye ile kurulan fabrikalar izlemiş ve özellikle 1970'li yıllarda sektör büyük gelişmeler göstermiştir (Karabulut vd., 2000: 987).

1.2.2. Kesif Yem Üretimi

Büyükbaş hayvanlar için kesif yem üretiminde tahıllar (buğday, arpa, yulaf, akdarı, mısır, çavdar), yağlı tohum küspeleri (pamuk tohumu, ay çekirdeği, soya, fındık), hayvansal kökenli proteinler (balık unu, et-kemik unu, mezbaha kalıntıları), değirmen artıkları (kepek, buğday kırığı, vb.), selektör altı bakliyat (bakla, mercimek vb. kırıkları), katkı maddeleri (tuz, vitaminler, mineraller, melas, mermer tozu, kireç taşı, ilaçlar) kullanılmaktadır (Akdeniz vd., 2004: 4).

Günümüz teknolojisi kullanılarak iki farklı şekilde kesif yem üretimi yapılmaktadır. Bunlar toz yem ve pelet yem olarak adlandırılır.

Toz yem; kullanılan ürünlerin öğütülüp karıştırılmasıyla oluşan yemdir.

Pelet yem; öğütülerek toz haline getirilen yemlerin yüksek basınç altında sıkıştırılarak belli bir forma getirilmiş halidir. Pelet yem daha rahat tüketim, birim hacimdeki enerjiden daha fazla yararlanma, kolay sindirim, yem kaybının azalması gibi avantajlar sağlar. Bunların yanında taşınma ve depolanma kolaylığı sağlaması da oldukça önemlidir. Bu arada bu yolla yem hammaddelerinin homojen tüketilmeleri de daha güvenli hale getirilir. Ancak peletleme işleminin yem fabrikalarına bir yük getirdiği, bunun da hayvan yetiştiricisine yem fiyatı üzerinden aktarıldığı göz önünde tutulmalıdır (Karabulut vd., 2000: 1002; Basmacıoğlu, 2004: 23).



Şekil 1. Kesif Yem

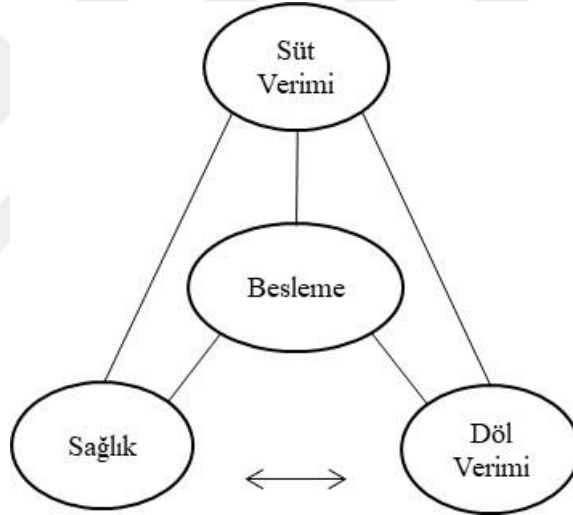
1.2.3. Kesif Yemin Süt Sığırcılığındaki Yeri

Süt hayvanı beslemenin temel kuralı verime uygun beslemedir. Hayvanların sağlıklı ve verimli bir hayat sürmesi uygun besleme ile mümkündür. Uygun yemleme olmadan verim kabiliyeti, enstrümanlı bir müzisyen gibidir. Et ve süt yüksek enerji

içeren besin maddeleridir. Ancak enerjinin korunumu kanunu hayvan beslemede de geçerlidir. Hiçbir ürün uygun enerji kaynağı olmaksızın yapılandırılmaz. Süt, sığır ırklarının verim kabiliyeti açısından temel donanımı olduğu için yemleme işlemi, verimli bir süt üretimi için en önemli işlemdir (Daniel, 2005: 68).

Besleme, döl verimi açısından da elzemdir. Düzenli döl verimi elde edebilmek için genetik, hijyen ve çevre şartlarının yanında beslenme faktörü de büyük önem taşır. Döl verimi, hayvanlardan yılda bir kez yavru elde etmekle mümkündür. Düzenli döl verimleri hayvancılık işletmelerinin devamlılığı ve kârlı bir işletmecilik açısından önemlidir (Görgülü vd., 2011: 1).

Süt sığırcılığında beslemenin süt verimi, sağlık ve döl verimi ile ilişkisi şekil 2’de verilmiştir (Hayırlı, 2016: 3).



Şekil 2. Süt Sığırı Besleme

Kaynak: Hayırlı, A., 2016: 3.

1.2.4. Kesif Yem Seçim Süreci

Yukarıda da belirtildiği gibi süt sığırcılığında en yüksek girdi kalemi yemdir. Bununla birlikte yem, süt kalitesini ve verimliliğini etkileyen başlıca etkenlerdendir. Kullanılan yemin değiştirilmesi söz konusu olduğunda yeni ürüne alışma süresinin uzunluğu, bu süre içerisinde oluşan verim kaybı, hayvanlarda meydana gelmesi muhtemel sağlık sorunları yem seçim sürecinin önemini arttırmaktadır. Bu durumlara ek

olarak sürecin kendi içinde pek çok kriter ve alternatifi barındırması da her açıdan en uygun ürünün belirlenmesini zorlaştırmaktadır.



İKİNCİ BÖLÜM

KARAR TEORİSİ

2.1. KARAR VERME

Oluşmuş ya da oluşması muhtemel bir sorun için karar verici tarafından ortaya konan farklı çözüm alternatiflerinden birinin seçilmesi sürecine karar verme süreci denir (Yaralıoğlu, 2010: 3). Karar verme çok boyutlu olay veya olayların bulunduğu durumlarda seçim yapma şeklinde de tanımlanabilir. Boyutların artmasıyla çözüme ulaşmak da zor, zaman alıcı ve daha fazla maliyet gerektiren bir işlem haline gelir (Bağırkan, 1983: 3).

2.2. KARAR VERME SÜRECİNİN AŞAMALARI

Karar verme sürecinin doğru bir şekilde yürütülmesi, sürecin başarıyla sonuçlanması açısından oldukça önemli bir konudur (Yaralıoğlu, 2010: 3). Bu bağlamda süreç aşamalara ayrılmıştır. Karar verme sürecinin aşamaları aşağıda verilmiştir (Aktaş vd., 2015: 19-23).

1. Problemin Tanımlanması: Karar verme sürecinin başında problemin nedenleriyle birlikte ortaya konması, devam etmesi halinde meydana gelebilecek sıkıntıların açıklanması ve net bir şekilde ifade edilmesi gerekir. Sürecin daha sonraki aşamalarına temel teşkil etmesi bakımından son derece önemli bir adımdır.

2. Amaç, Hedef ve Kriterlerin Belirlenmesi: İkinci aşamada amaç, hedef ve bu hedeflere ulaşma ölçütü olan kriterler belirlenir. Kriterler aynı zamanda alternatifler arasından seçimin dayandırılacağı etkinlik ölçütüdür. Amaç ulaşılmak istenen son hedeftir. Örnek vererek açıklanacak olursa; bir kişi için amaç yaşam kalitesini artırmak ise hedefler yeni bir ev ve araba satın almak, kriterler ise evin oda sayısı, kaçınca katta olduğu, arabanın hızı, donanımıdır.

3. Alternatiflerin Belirlenmesi: Karar verme sürecinin üçüncü aşaması olan bu aşamada, her biri potansiyel bir çözüm olan alternatifler belirlenir. Alternatifler ne ölçüde iyi belirlenmişse, çözüm de o ölçüde iyi ve faydalı olacaktır.

4. *Modelleme ve Çözüm:* Bu aşamada kurulacak modeller önceki üç aşamanın verilerini girdi olarak kullanacaklardır. Burada kurulan bütün modeller matematikselidir. Kurulacak her modele göre farklı sonuçlar elde edilebilir. Bu farklı sonuçlar, farklı varsayımlar altında en iyi seçimin ne olabileceğini gösterdiğinden karar vericinin son kararı vermesinde kolaylık sağlar.

5. *Duyarlılık Analizi:* Duyarlılık analizi “eğer modelin herhangi bir elemanında/elemanlarında değişiklik yapılırsa sonuç ne olur?” sorusuna cevap aranan aşamadır. Değiştirilen herhangi bir kararın optimal kararı etkilemesi söz konusu olduğunda kararın o elemana karşı duyarlı olduğu sonucuna ulaşılır. Duyarlılık analizi karar sürecindeki herhangi bir elemana yapılabilir ve sonucunda yeni hedef ekleme, mevcut hedeflerde değişiklik yapma, yeni alternatif geliştirme gibi pek çok uygulamaya gidilebilir. Duyarlılık analizi sonucunda çözüm uygulamaya konulacaktır.

2.3. KARAR ORTAMLARI

Farklı karar ortamları farklı karar verme tekniklerinin kullanılmasını gerektirir. Karar ortamları; verinin deterministik olarak bilindiği belirlilik ortamı, verinin olasılık dağılımıyla tanımlanabildiği risk ortamı, verinin karar sürecindeki ilişki derecesini temsil eden bağıl ağırlıklara atanamadığı belirsizlik ortamı olarak üç başlık altında incelenir (Taha, 2017: 511).

2.3.1. Belirlilik Ortamı

Bu ortamda verilecek kararlar için eldeki her alternatifin sonucuna ilişkin tam bir bilgi mevcuttur. Eğer problem maksimizasyon problemi ise en büyük kâr getiren seçenek, minimizasyon problemi ise en az maliyetli olan seçenek tercih edilir (Öztürk, 2016: 18). Doğrusal programlama modelleri ve klasik AHP yaklaşımı belirlilik ortamında karar vermeye birer örnektir (Taha, 2017: 511).

2.3.2. Risk Ortamı

Risk ortamında karar vermede karar vericiler problemin çözümünü sağlayacak muhtemel seçeneklerin belli bir olasılık değerine bağlı olarak meydana geleceğini kabul

ederler. Bu nedenle risk ortamında karar verme işlemi genellikle beklenen değer kriterine dayandırılır. Beklenen değer kriteri, beklenen kârın maksimizasyonu ya da beklenen maliyetin minimizasyonunu inceler (Taha, 2017: 522).

2.3.3. Belirsizlik Ortamı

Karar vericinin ileriye dönük herhangi bir bilgi ve olasılıktan faydalanamadığı durumdur. Yani çevresel faktörler hakkında bir bilgi olmadığından ortaya çıkacak sonuç için de bir olasılık yoktur. Risk ortamında karar verme ile arasındaki temel fark risk ortamında karar vermede muhtemel sonuçlara ait olasılıklar bilinirken, belirsizlik ortamında böyle bir durum söz konusu değildir (Can, 2015: 6).

2.4. KARAR PROBLEMLERİNİN ELEMANLARI

Bir problemi modellemeden önce problemin karar problemi olup olmadığından emin olunmalıdır. Karşılaşılan bir problemin karar problemi olması için aşağıda verilen elemanları barındırması gerekir.

Karar Verici: Seçenekler arasından bir tercih yapacak olan kişi veya gruptur (Halaç, 1991: 25).

Hedefler ve Kriterler: Amaca ulaşırken nelerin önemli olduğunu ifade eden elemanlar hedeflerdir. Kriterler ise hedeflere ulaşmak için gerekli ölçütlerdir (Timor, 2011: 4).

Alternatifler: Karar vericinin içerisinden tercih yapacağı seçeneklerdir. Alternatifler karar vericinin kontrolü altındadır ve istediği alternatifleri belirleyebilir (Halaç, 1991: 26).

Amaç: Karar vericinin faaliyetleri sonucunda elde etmek istediği nihai hedeftir (Halaç, 1991: 26).

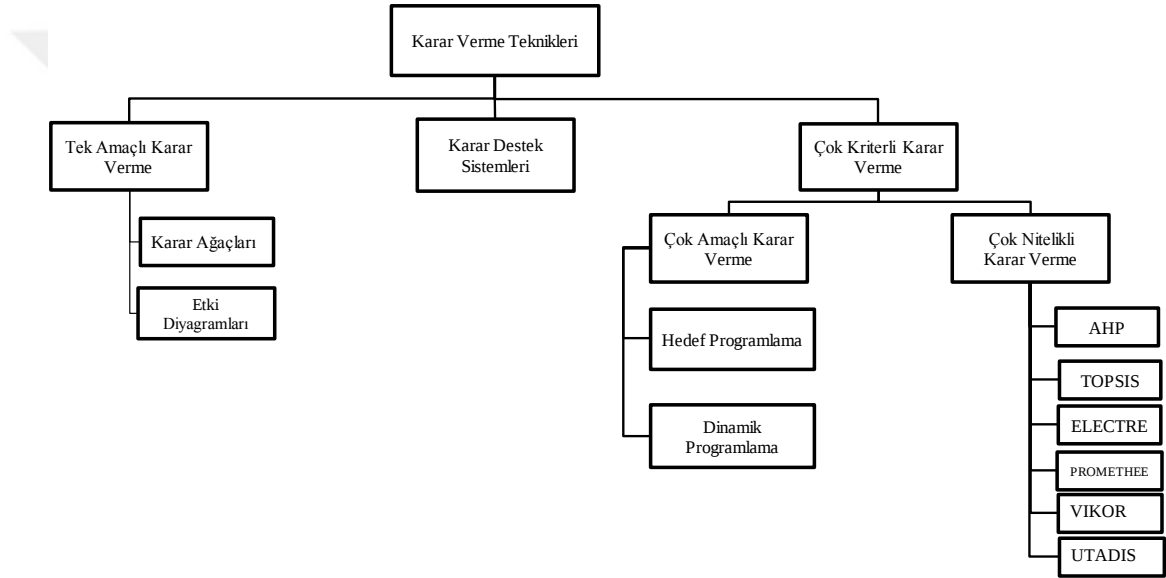
Çevresel Faktörler (Olaylar): Karar sonuçlarını etkileyen, ancak karar verici tarafından kontrol edilemeyen elemanlardır. Sosyo-politik durumlar, enflasyon, ekonomik kriz vb. çevresel faktörlere örnek verilebilir (Aktaş vd., 2015: 31).

Sonuç: Çevresel faktörler karşısında alternatifler arasından seçim yapma işlemiyle ortaya çıkan değerlerdir (Aktaş vd., 2015: 33).

Olasılıklar: Çevresel faktörlerde meydana gelebilecek değişiklikler karar vericinin kontrolünde olmadığı için karar üzerinde ne kadar etkili olacağı konusu belirsizdir. Bu belirsizlikler olasılıklar kullanılarak ifade edilir (Aktaş vd., 2015: 34-35).

2.5. KARAR VERME TEKNİKLERİ

Karar verme teknikleri; tek amaçlı karar verme, karar destek sistemleri ve çok kriterli karar verme olarak üç başlık altında incelenir (Huang vd., 1995: 844).



Şekil 3. Karar Verme Teknikleri

Kaynak: Huang J. P.-Poh, K. L.-Ang, B. W., 1995: 844.

2.5.1. Tek Amaçlı Karar Verme

Karar Ağaçları: Karar problemlerinin modellenmesinde kullanılan karar ağaçları, karar noktalarını temsil eden dikdörtgenler, bu noktalardan çıkan ve alternatifleri temsil eden çizgiler ile belirsizlik anlamına gelen ve karar vericinin kontrolü dışında gelişen çevresel faktörleri temsil eden dairelerden oluşur. Karar ağaçları, karar problemlerinin detaylı bir şekilde görülmesini sağlayan grafiklerdir (Tekin, 1992: 193-194).

Etki Diyagramları: Karar problemlerini grafik olarak gösteren bir yöntemdir. Her bir elemanın farklı sembollerle ifade edildiği grafikler problemlerin bir özeti niteliğindedir (Huang vd., 1995: 844).

2.5.2. Karar Destek Sistemleri

Karar verme sürecinde kullanılan modelleri, veri kaynaklarını ve diğer karar verme araçlarını içeren ve bir arada bulunduran interaktif, esnek ve uyarlanabilir bir bilgisayar tabanlı sistemdir. Karar Destek Sistemleri çözümü zor karmaşık problemlerin çözümünde kullanılır (Huang vd., 1995: 845). Karar destek sistemlerinin en bilinen örneklerinden birisi ERP yazılımlarıdır (Erdoğan Toksoy, 2012: 20).

2.5.3. Çok Kriterli Karar Verme

Birden çok kriter ve alternatifin olduğu karar problemlerinin çözümünde kullanılan aynı zamanda bu çalışmanın da çözüm yöntemi olan ÇKKV, bir sonraki bölümde ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME

3.1. TANIM

Karar verme işlemi sırasında tek bir kriter dikkate alınırsa işlem oldukça kolaydır. Alternatifler o kritere göre değerlendirilir ve en iyi olanı seçilir. Ancak karar verme süreçleri çoğu zaman birden çok nitel ve nicel kriteri içerisinde barındırır ve sağlıklı kararlar verilebilmesi için bu kriterlerin sürece dâhil edilmesi gerekir (Soner-Önüt, 2006: 110). ÇKKV problemlerinin çözümünde problemin yapısına göre pek çok teknik kullanılır. Bu tekniklere ÇKKV teknikleri denir (Göksu-Güngör, 2008: 2).

ÇKKV teknikleri birden fazla alternatif ve değerlendirme kriterinin bulunduğu karar problemlerinde en iyi alternatif ya da alternatifleri bulmak için kullanılan karar verme araçlarıdır. ÇKKV problemleri içerisinde pek çok elemanı bulundurur. Bu elemanlar; kriterler, hedefler, alternatifler ve karar matrisi olarak sıralanabilir. ÇKKV’de esas amaç alternatifler arasından kriterler baz alınarak hedefe göre en iyi olanı seçmektir (Orakçı-Özdemir, 2017: 62).

ÇKKV teknikleri kriter ağırlıkları, alternatiflerin tanımlanması, sınıflandırılması, sıralanması, değerlendirilmesi, seçilmesi veya reddedilmesine olanak sağlayan kavram, değer, yaklaşım ve modellerden oluşur (Colson-De Bruyn, 1989: 1201).

ÇKKV problemlerinde kriter ağırlıklarının belirlenmesi karar verici tercihlerinin ortaya konmasındaki en önemli adımlardandır. Özel, nesnel ve karma olarak adlandırılan üç çeşit ağırlıklandırma yöntemi mevcuttur. Kriter ağırlıklarının karar vericilerce belirlendiği yöntemler özel, matematiksel modeller ve formüller aracılığıyla belirlendiği yöntemler nesnel, bu iki modelin bir arada kullanıldığı modeller ise karma ağırlıklandırma yöntemleri olarak adlandırılır (Durmuş-Tayyar, 2017: 67; Orakçı-Özdemir, 2017: 63).

ÇKKV problemleri sahip oldukları özelliklere dayanarak Çok Amaçlı Karar Verme (ÇAKV) ve Çok Nitelikli Karar Verme (ÇNKV) olarak iki gruba ayrılır (Huang vd., 1995: 845).

3.2. ÇOK AMAÇLI KARAR VERME

ÇAKV yöntemleri çelişen amaçlara dayalı en iyi alternatifin seçilmesi sürecinde kullanılır (Karaatlı vd., 2015: 215). ÇAKV sürecinde alternatifler önceden belirlenmemiştir ve birden fazla amaç fonksiyonu iyi tanımlanmış matematiksel kısıtlara bağlı olarak optimize edilir (Huang vd., 1995: 845). Hedef programlama ve dinamik programlama ÇAKV yöntemlerindendir (Erdoğan Toksoy, 2012: 22).

3.3. ÇOK NİTELİKLİ KARAR VERME

ÇNKV yöntemleri belirlenen kesin alternatifler içerisinde bir alternatifin seçilmesi işleminde kullanılır. İki aşamadan oluşan seçim sürecinde ilk olarak bütün karar alternatiflerine ve hedeflere göre verilen hükümler bir araya getirilir. İkinci aşamada ise bir araya getirilen hükümler içerisinde karar alternatiflerinin derecelendirilmesi yapılır (Güneş-Umarusman, 2003: 244). AHP, ELECTRE, PROMETHEE, VIKOR, TOPSIS ve UTADIS ÇNKV yöntemlerinden bazılarıdır.

ÇNKV problemleri tablo 1’de görüldüğü gibi seçim problemleri, sınıflama problemleri ve sıralama problemleri olarak üç kategoride incelenebilir (Turan, 2015: 18).

Tablo 1. ÇNKV Problemlerinin Sınıflandırılması

Seçim Problemleri	Sınıflama Problemleri	Sıralama Problemleri
AHP	AHP	AHPsort
ANP	ANP	UTADIS
PROMETHEE	PROMETHEE	VIKOR
ELECTRE I	ELECTRE III	
TOPSIS	TOPSIS	
VIKOR		

Kaynak: Turan, G., 2015: 19.

Seçim Problemleri: Çok sayıda alternatif içerisinde en iyi olanının seçilmesi amaçlanır. ÇKKV tekniklerinden AHP, ANP, PROMETHEE, ELECTRE I, TOPSIS ve VIKOR yöntemleri bu gruba dâhil edilebilir.

Sınıflama Problemleri: Amaç, benzer özelliklere sahip alternatiflerin aynı grup altında toplanmasıdır. ÇKKV tekniklerinden AHP, ANP, PROMETHEE, ELECTRE III ve TOPSIS bu gruba girer.

Sıralama Problemleri: Bu grupta amaç alternatiflerin iyiden kötüye doğru belli bir düzen içerisinde sıralanmasıdır. AHPsort, UTADIS ve VIKOR yöntemleri bu grubu oluşturur.

Aşağıda AHP yöntemi ayrıntılı, diğer yöntemler ise kısaca açıklanmıştır.

3.3.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)

AHP farklı kriter ağırlıklarına sahip çok sayıda seçenek arasından en avantajlı olanı seçmek için geliştirilmiş, birden fazla karar vericinin seçim sürecine dâhil olabildiği, karar vericilerin farklı nicel ve nitel gözlemlerini birlikte değerlendirmeye imkân sağlayan bir ÇKKV tekniğidir (Yılmaz-Dağdeviren, 2010: 813).

Thomas L. Saaty tarafından 1977 yılında önerilen AHP; çok sayıda alternatiften, karar vericiden, çok sayıda kriterden ve periyottan oluşan karar problemlerinin çözümünde kullanılır (Patil-Kant, 2014: 683).

AHP karar vericilerin karmaşık problemleri, problemin ana hedefi, kriterleri, alt kriterleri ve alternatifleri arasındaki ilişkiyi gösteren bir hiyerarşik yapıda modellemelerine olanak verir (Dinç vd., 2018: 126).

AHP yöntemiyle ilgili Saaty tarafından bazı aksiyomlar geliştirilmiştir. Bunlar karşılıklı kıyaslama, homojenlik, bağımsızlık ve beklentiler şeklinde sıralanır (Önder-Önder, 2015: 34).

Karşılıklı Kıyaslama: Bu aksiyom karşılaştırma matrislerinin oluşturulmasında kullanılır ve tersi olma ya da iki taraflı olma şeklinde açıklanabilir. Herhangi iki kritere ait i. ve j. kriterlerin kıyaslaması yapılırken karşılaştırma değerine a_{ij} denirse, j. ve i. değer karşılaştırma değeri de $1/a_{ij}$ olacaktır.

Homojenlik: Bu aksiyom gereği kıyaslaması yapılan iki kriterin birbirinden tamamen alakasız olmaması gerekir. Kıyaslanan iki kriter arasındaki farkın çok fazla olması durumunda kriterler farklı hiyerarşilere yerleştirilmelidir.

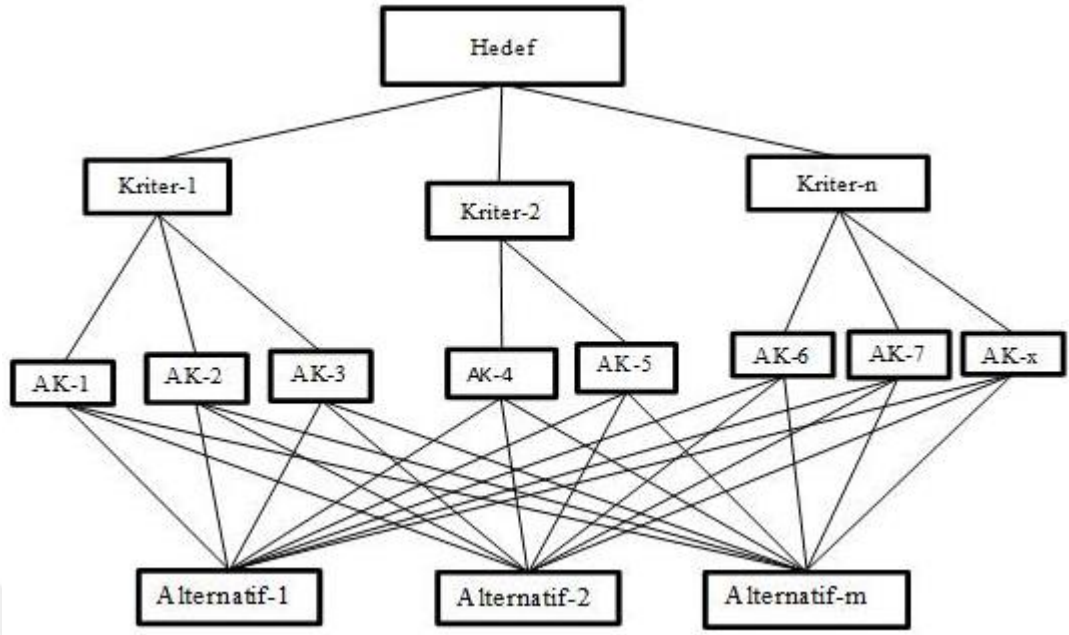
Bağımsızlık: Kriterler ve alternatifler arasında yapılan ikili karşılaştırmalar esnasında söz konusu bileşenlerin diğer kriter ve alternatiflerden bağımsız oldukları varsayılır.

Beklentiler: Karar probleminin gerekli unsurları içerdiği ve gereksiz unsurların da bulunmadığı konusunda karar vericiyi tatmin etmesi gerekir.

AHP yöntemi problemin belirlenmesi ve hiyerarşik yapının oluşturulması, ikili karşılaştırma matrisinin oluşturulması, önem ağırlıklarının belirlenmesi, tutarlılık oranının hesaplanması, alternatiflerin önem ağırlıklarının hesaplanması ve son olarak alternatiflerin sonuç dağılımlarının bulunması aşamalarından oluşur (Yaralıoğlu, 2010: 42; Timor, 2011: 2; Pala, 2013: 30; Topçu, 2014: 48-54; Önder-Önder, 2015: 24; Türkoğlu, 2016: 3).

3.3.1.1. Problemin Belirlenmesi ve Hiyerarşik Yapının Oluşturulması

İlk olarak problem belirlenir ve probleme dair n tane değerlendirme kriteri oluşturulur. Ardından bu kriterlere ait varsa, alt kriterler belirlenir. Kriter ve alt kriterlerin ardından m tane alternatif belirlenir. Böylece en üstte hedef, en altta alternatifler olacak şekilde şekil 4'deki hiyerarşik yapı oluşturulmuş olur (Timor, 2011: 2).



Şekil 4. AHP'nin Hiyerarşik Yapısı

Kaynak: Timor, M. 2011: 30.

3.3.1.2. İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması

İlk olarak ana kriterler ve alt kriterler eşitlik (3.1)'de verilen ikili karşılaştırma matrisleri aracılığıyla karşılaştırılır. Bu matrisler;

- i. Pozitif değerlerden oluşan kare matris formundadır.
- ii. Her karşılaştırma satır elemanının sütun elemanına olan üstünlüğünü gösterir.
- iii. Matrisin köşegeni üzerinde bulunan bütün elemanlar 1 değerini alır. Bunun nedeni köşegen üzerinde her kriterin kendisiyle kıyaslanmasıdır (Yaralıoğlu, 2010: 42; Timor, 2011: 2).

- iv. n tane eleman karşılaştırılıyorsa $\frac{n(n-1)}{2}$ karşılaştırma yapılır (Pala, 2013: 30).

Yapılan ikili karşılaştırmalar kriterlerin önem ağırlıklarının ve her bir kriter açısından alternatif ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılır (Türkoğlu, 2016: 4).

$$A = \begin{bmatrix} 1 & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & 1 \end{bmatrix}_{n \times n} \quad (3.1)$$

Kriterlerin birbirleriyle kıyaslanmasında tablo 2’de verilen önem ölçeği kullanılır (Timor, 2011: 46).

Tablo 2. Önem Ölçeği

Değer Tanımları	Önem Değerleri
Eşit Derecede Önemli	1
Orta Derecede Önemli	3
Kuvvetli Derecede Önemli	5
Çok Kuvvetli Derecede Önemli	7
Kesin Önemli	9
Ara Değerler	2, 4, 6, 8

Kaynak: Timor, M., 2011: 46.

3.3.1.3. Önem Ağırlıklarının Belirlenmesi

İkili karşılaştırma matrislerinden sonra karşılaştırılan her bir elemanın önem ağırlığı belirlenir. AHP’nin bu bölümü sentezleme olarak bilinir. Sentezleme, en büyük özdeğer ve özdeğere karşılık gelen özvektörün hesaplanması ve normalizasyonunu içerir (Topçu, 2014: 48).

Önem ağırlıklarının belirlenmesi aşamasında ilk olarak ikili karşılaştırma matrisi bir önceki adımda açıklandığı gibi oluşturulur (Türkoğlu, 2016: 5). Oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi tablo 3’de gösterilmiştir.

Tablo 3. Kriterler İçin İkili Karşılaştırma Matrisi

Kriterler	1	2	3	...	n
1	1	w_1/w_2	w_1/w_3	...	w_1/w_n
2	w_2/w_1	1	w_2/w_3	...	w_2/w_n
3	w_3/w_1	w_3/w_2	1	...	w_3/w_n
...	...	...	...	1	...
n	w_n/w_1	w_n/w_2	w_n/w_3	...	1

Karşılaştırma değerleri köşegenin üstü için yapılır, köşegenin altı ise ($a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}}$) şeklinde hesaplanır. Yani eğer karşılaştırma matrisindeki ikinci kriter, birinci kriterden

daha önemliyse; matrisin ikinci satır birinci sütun değeri 3 değerini alırken, birinci satır ikinci sütunu ise 1/3 değerini alacaktır.

Oluşturulan karşılaştırma matrisinin eşitlik (3.2)'de olduğu gibi j. sütununun her elemanı bu sütunun tüm elemanlarının toplamına bölünerek (normalizasyon işlemi) eşitlik (3.3)'deki B_i vektörü elde edilir (Yaralıoğlu, 2010: 44).

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (3.2)$$

$$B_i = \begin{bmatrix} b_{11} \\ b_{21} \\ \vdots \\ b_{n1} \end{bmatrix}_{n \times 1} \quad (3.3)$$

Ardından B vektörleri bir araya getirilerek $n \times n$ boyutlu bir kare matris olan, eşitlik (3.4)'deki C matrisi oluşturulur. C matrisi norm matristir (Topçu, 2014: 49).

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & \dots & c_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{n1} & \dots & c_{nn} \end{bmatrix}_{n \times n} \quad (3.4)$$

C matrisinin satır bileşenlerinin eşitlik (3.5)'de gösterildiği gibi aritmetik ortalaması alınır ve eşitlik (3.6)'daki öncelik vektörü (ağırlık vektörü) olan W sütun vektörü elde edilir. Öncelik vektörünün elemanları toplamı 1'e eşittir. W vektörü kriterlerin birbirlerine göre önem ağırlıklarını gösterir (Pala, 2013: 34).

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n} \quad (3.5)$$

$$W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix}_{n \times 1} \quad (3.6)$$

3.3.1.4. Tutarlılık Oranının Hesaplanması

Tutarlılık, ikili karşılaştırmalar sonucu bulunan değerlerin birbirleriyle olan mantıksal ve matematiksel ilişkisidir (Göksu-Güngör, 2008: 7). Sonuçların daha gerçekçi olması açısından tutarlılığın ölçülmesi önemlidir. Tutarlılık ölçümünde ilk olarak λ katsayısı hesaplanır. λ 'nın hesaplanabilmesi için eşitlik (3.7)'de gösterildiği şekilde ikili karşılaştırma matrisi olan A ile öncelik vektörü olan W çarpılarak D sütun vektörü elde edilir.

$$A \times W = D = \begin{bmatrix} 1 & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & 1 \end{bmatrix}_{n \times n} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix}_{n \times 1} = \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \\ \vdots \\ d_n \end{bmatrix}_{n \times 1} \quad (3.7)$$

Hesaplanan D sütun vektörü ile W öncelik vektörünün karşılıklı elemanlarının bölümünden elde edilen her bir değerlendirme kriterine ilişkin temel değer anlamına gelen E değerine eşitlik (3.8)'deki gibi ulaşılır.

$$E_i = \frac{d_i}{w_i} \quad (3.8)$$

Bu değerlerin aritmetik ortalamalarının alınmasıyla matrisin temel değer katsayısı λ eşitlik (3.9)'daki gibi hesaplanır.

$$\lambda = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \quad (3.9)$$

Hesaplanan temel değer katsayısı kullanılarak eşitlik (3.10)'da olduğu gibi tutarlılık göstergesi bulunur.

$$CI = \frac{\lambda - n}{n - 1} \quad (3.10)$$

Tablo 4. RI Değerleri

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Kaynak: Göksu, A.-Güngör, İ., 2008: 8.

Tablo 4’de verilen rassal indeks en fazla 15 elemanlı karşılaştırma matrisleri için kullanılmaktadır. Karşılaştırma matrislerinin çok büyük boyutlu olması tutarlı sonuç elde etme ihtimalini de düşürmektedir. Ayrıca karşılaştırma matrisi $n < 2$ boyutunda tamamen tutarlı olduğu için rassal indeks değeri “0” olur. Tablo 4’de verilen RI değerleri ve hesaplanan CI (tutarlılık göstergesi) değerleri kullanılarak tutarlılık oranı eşitlik (3.11)’e göre hesaplanır (Ömürbek-Tunca, 2013: 51-52).

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3.11)$$

Bu oranın 0,10’dan küçük olması yapılan karşılaştırmaların tutarlı olduğunu gösterir. Bu değer 0,10’dan büyük olması ya AHP’de yapılmış bir hesaplama hatasını, ya da karşılaştırmalarda bir tutarsızlık olduğunu gösterir (Topçu, 2014: 48-54).

3.3.1.5. Alternatiflerin Önem Ağırlıklarının Hesaplanması

Kriterlerin ikili kıyaslamalarına benzer şekilde her bir kriter için alternatiflerin ikili kıyaslamaları yapılır. Alternatiflerin karşılaştırmaları yapılırken yine tablo 2’deki önem ölçeği kullanılır. Yapılan ikili karşılaştırmalar sonucunda eşitlik (3.12)’deki S sütun vektörleri oluşur (Yaralıoğlu, 2010: 44).

$$S_i = \begin{bmatrix} s_{11} \\ s_{21} \\ \vdots \\ s_{m1} \end{bmatrix}_{m \times 1} \quad (3.12)$$

3.3.1.6. Alternatiflerin Sonuç Dağılımlarının Bulunması

Bu aşama karar probleminin çözümlendiği aşamadır.

S sütun vektörlerinin bir araya getirilmesiyle eşitlik (3.13)’de verilen K matrisi oluşturulur.

$$K = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \dots & s_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{m1} & s_{m2} & \dots & s_{mn} \end{bmatrix}_{m \times n} \quad (3.13)$$

K matrisi eşitlik (3.14)'de gösterildiği şekilde kriter ağırlıklarını ifade eden W ağırlık vektörü ile çarpılarak L sütun vektörü elde edilir. L vektörü m elemanlıdır ve her bir alternatifin hedef açısından yüzde önem dağılımını verir. Başka bir ifadeyle L vektörünün elemanları toplamı 1'dir. Bu dağılım karar probleminde alternatiflerin önem sıralaması anlamına gelir (Önder-Önder, 2015: 26).

$$L = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \dots & s_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ s_{m1} & s_{m2} & \dots & s_{mn} \end{bmatrix}_{m \times n} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix}_{n \times 1} = \begin{bmatrix} l_{11} \\ l_{21} \\ \vdots \\ l_{m1} \end{bmatrix}_{m \times 1} \quad (3.14)$$

3.3.2. Analitik Ağ Süreci (ANP)

ANP yöntemi yukarıda açıklanan AHP yönteminin özelleşmiş halidir. Yukarıda bahsedildiği üzere AHP'de kriterlerin birbirlerinden bağımsız oldukları varsayılır. Ancak bazı durumlarda kriterlerin birbirinden bağımsız olmayabilir. Bu sorunun önüne geçmek amacıyla 1980 yılında aynı zamanda AHP'nin de geliştiricisi olan Saaty tarafından ANP yöntemi ortaya atılmıştır (Önder, 2015: 75). AHP'den en büyük farkı kriterler arası etkileşimi açıklayabiliyor olmasıdır. Bunun dışında AHP yönteminin ana esasları, kıyaslama mantığı ve kriterleri ANP için de geçerlidir (Yaralıoğlu, 2010: 54).

3.3.3. ELECTRE

ELECTRE yöntemi 1960'lı yılların ikinci yarısında Bernard Roy tarafından ortaya atılmıştır. Bu yöntem her bir kriter için alternatif karar noktaları arasında ikili üstünlük karşılaştırmalarına dayanır. ELECTRE yöntemi ele alınan problemin yapısına göre (seçim, sıralama ve sınıflama) düzenlenerek ELECTRE I, ELECTRE Is, ELECTRE II, ELECTRE III ve ELECTRE IV gibi pek çok yöntem geliştirilmiştir (Şahin, 2015: 155).

3.3.4. PROMETHEE

PROMETHEE yöntemi Brans tarafından 1982 yılında geliştirilmiş, karar noktalarının sırasını PROMETHEE I (kısmi sıralama) ve PROMETHEE II (tam sıralama) aşamaları ile belirleyen bir yöntemdir (Yaralıoğlu, 2010: 28). Bu yöntem bir karar problemindeki alternatifleri tercih fonksiyonlarına göre değerlendirir ve ikili olarak karşılaştırarak kısmi ve tam sıralama yapar (Dağ-Yıldırım, 2015: 178).

3.3.5. VIKOR

VIKOR yöntemi Opricovic ve Tzeng tarafından 2004 yılında ortaya atılmıştır. Yöntem tüm seçeneklerin ideal bir karar noktasına yakınlık ölçüsüne göre sıralama ve seçim problemlerinde uzlaşık çözüm bulmayı amaçlar (Awasthi vd., 2018: 112). Çok kriterli karmaşık sistemlerin optimizasyonu için geliştirilen VIKOR yöntemi birbiriyle çelişen kriterlerin yer aldığı bir karar verme probleminde ortak bir uzlaşmaya varmak anlamına gelmekte ve ideale en yakın alternatif çözümü bulmayı amaçlamaktadır (Ertuğrul-Özçil, 2014: 273-275).

3.3.6. TOPSIS

TOPSIS yöntemi Hwang ve Yoon tarafından 1980 yılında geliştirilmiş, ELECTRE yönteminin temel yaklaşımlarını kullanan bir yöntemdir. ELECTRE'ye göre daha kısa bir çözüm sürecine sahip olan yöntem, karar noktalarının ideal çözüme yakınlığının belirlenmesi prensibine dayanır (Yaralıoğlu, 2010: 23). Bu yöntemle ideal çözüme en yakın, aynı zamanda negatif ideal çözüme en uzak alternatif tercih edilir (Özdemir, 2015: 135).

3.3.7. UTADIS

UTADIS yöntemi Devaud vd. tarafından 1980 yılında önerilmiş bir yöntemdir. Bu yöntemde n tane alternatiften oluşan bir alternatif kümesi ve m tane kriterden oluşan bir kriter kümesi vardır. Alternatifler karar vericiler tarafından belirlenen özellikleri göz önünde bulundurularak en iyiler birinci grupta, en kötüler Q . grupta olacak şekilde Q tane gruba ayrılırlar. Daha sonra alternatiflerin global fayda skorları hesaplanarak her

biri 0 ile 1 arasında değişen yeni bir ۆleęe taşınır. Bu sayede grupların eşikleri hatayı minimize edecek şekilde belirlenmiş olur (Ulucan-Atıcı, 2009: 143-150).



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

KLASİK, SEMBOLİK VE BULANIK MANTIK

4.1. KLASİK MANTIK

Grekçe akıl, düşünme, yasa, düzen gibi anlamlara gelen “logos” sözcüğü Arapça’ya, oradan da Türkçe’ye söylemek, dile getirmek anlamlarında kullanılan nutuk sözcüğünden türetilerek “mantık” şekliyle girmiştir. Mantık sözcüğünün pratikte iki anlamı vardır; bunlardan birincisi bir düşünme türünün adı iken, ikincisi ise bu düşünme türünü konu edinen felsefe disiplininin adıdır (Özlem, 2006: 27). Kendisinden önce de var olan ancak sistemli olmayan mantığı ilk kez sistematik bir şekilde ele alan Aristoteles’tir. Mantık, Aristo (klasik) mantığı, modern (sembolik) mantık ve bulanık mantık olmak üzere üç bölüme ayrılır (Paksoy vd., 2013: 9).

Aristo mantığı yalnızca siyah ve beyazlardan oluşur ve grilere yer vermez. Aristo mantığında doğal olaylar incelenerek bunların insan aklının algılayacağı şekilde düzenlenmesi amacıyla bazı kabuller yapılmıştır. Bu kabuller sayesinde olay belirsizliği bir dereceye kadar giderilerek belirli bir hale getirilir. Yani Aristo mantığı belirginlik, düzgünlük ve ideal durumlar arar (Şen, 2009: 11-12).

4.1.1. Klasik Kümeler

Birbirleriyle ortak sayısal veya sözel özelliklere sahip her türlü varlığın oluşturduğu topluluğa küme denir (Şen, 2004: 39). Kümeler büyük harfle, kümeyi oluşturan varlıklar (kümenin elemanları) ise küçük harflerle ifade edilir (Dönmez, 1987: 18). Belirli sayıda kümeyi alt küme kabul eden, diğer bir deyişle bu kümeleri kapsayan kümeye evrensel küme (E), hiç elemanı bulunmayan kümeye ise boş küme ($\emptyset$) denir. Bütün elemanları aynı kümelere eşit, sadece eleman sayıları aynı olan kümelere ise denk kümeler denir. Bir kümenin bütün elemanları başka bir kümenin de elemanı ise bu küme diğerinin altkümesi olarak adlandırılır (Karakaş, 2001: 17). Klasik kümeler farklı gösterim şekillerine sahiptir (Özkan, 2003: 2).

Liste gösterimi:

$$A=\{0, 1, 2, 3\} \quad (4.1)$$

Kurala dayalı gösterim:

$$A=\{x \in E \mid x < 4 \text{ ve } x = N\} \quad (4.2)$$

4.1.1.1. Klasik Kümelerde İşlemler

Kesişim: E evrensel kümesi içerisinde bulunan A ve B kümelerinin ortak öğelerinden oluşan kümeye A ile B'nin kesişimi denir. $(A \cap B)$ şeklinde ifade edilir (Karakaş, 2001: 17).

Birleşim: A ve B kümesinde bulunan bütün elemanlardan oluşan kümeye A ile B kümelerinin birleşimi denir. $(A \cup B)$ şeklinde ifade edilir (Karakaş, 2001: 17).

Tümleme: E evrensel kümesi içerisinde bulunan ancak A kümesinde bulunmayan elemanlardan oluşan kümeye A kümesinin tümleyeni denir. A' şeklinde gösterilir (Karakaş, 2001: 17).

4.2. SEMBOLİK (MODERN) MANTIK

19. yüzyılda İngiliz mantıkçılar De Morgan, Boole ve Jevons mantığının sembolleştirilmesi üzerine çalışmalar yapmaya başlamışlardır. Bahsi geçen bilim adamları matematiği örnek alarak mantığı sembolleştirmek amacıyla, cebirin işlem ve işaretlerini mantığa uygulamışlardır. Ardından 20. yüzyıla gelindiğinde Bertrand Russel arkadaşı Whitehead ile birlikte “Principia Mathematica” adlı eserleriyle yeni bir mantık sistemi kurmuşlardır. Bu sistem lojistik, yeni mantık ve modern mantık isimlerini almış, bunun sonucunda da Russel ve Whitehead modern mantığın kurucusu olmuşlardır.

Tıpkı klasik mantık gibi çıkarımları konu edinen sembolik mantık günlük dilin çok anlamlılığından kurtulmak için bir çıkış yolu sunar ve bu yönüyle sembolik mantığın, klasik mantığa göre daha nesnel ve geniş kapsamlı olduğu söylenebilir (Paksoy vd., 2013: 10-11).

4.3. BULANIK MANTIK

İçinde yaşadığımız tekdüzelikten uzak ve karmaşık dünyada her durum kesin matematik ile ifade edilemez. Geleneksel olarak kesin olmayan, belirsiz durumları ele almak için olasılık teorisi kullanılır. Örneğin bir meyve ya elmadır ya da değildir. Ancak elmanın renginin kırmızı mı yoksa kırmızımsı mı olduğunu açıklamak için olasılık teorisi yeterli gelmez. Böyle durumların açıklanmasında bulanık mantıktan yararlanılır (Elmas, 2003: 24-26; Paksoy vd., 2013: 1).

Klasik kümeler sadece 0 ya da 1 değerlerini içerir. Yani klasik mantığa göre bir şey ya vardır ya da yoktur. Ancak gerçek hayatta karşılaşılan durumlar bu kadar anlaşılır değildir. Örneğin “belki” cevabının klasik mantıkta bir karşılığı bulunmamaktadır. Bu belirsiz ortamda daha kesin sonuçlar elde edebilmek için 1965 yılında Zadeh tarafından bulanık küme teorisi ortaya atılmıştır (Patil-Kant, 2014: 683). Bir çeşit çok değerli küme kuramı olan bulanık küme teorisi belirsizliğin formülleştirilmesidir (Baykal-Beyan, 2004: 74).

4.3.1. Bulanık Kümeler

Bulanık küme 0 ile 1 arasında değişik üyelik derecelerine sahip elemanlardan oluşan bir topluluktur. Bu elemanlar kümeye ait ise 1, ait değil ise 0, kısmi ait ise 0 ile 1 arasında bir değer alırlar (Baykal-Beyan, 2004: 74). Bulanık kümeler bulanık mantığın temelini oluşturan unsurlardan birisidir. A kümesi bulanık bir küme ise $\tilde{A}$ şeklinde gösterilir (Baykal-Beyan, 2004: 74).

4.3.1.1. Üyelik Fonksiyonu

Küme üyelerinin değerleri ile birlikte değişen eğriye üyelik fonksiyonu denir (Şen, 2004: 27). Üyelik fonksiyonu grafiğinde x eksen üyeleri, y eksen ise üyelik derecelerini gösterir. Üyelik fonksiyonu E evrensel kümesine ait bir a elemanının A kümesine ya da $\tilde{A}$ bulanık kümesine ait olma derecesini gösterir.

Bir klasik A kümesine ait üyelik fonksiyonu,

$$\mu_A(a) = E \rightarrow \{0,1\} \quad (4.3)$$

şeklindeyken, bulanık $\tilde{A}$ kümesine ait üyelik fonksiyonu,

$$\mu_{\tilde{A}}(a) = E \rightarrow [0,1] \quad (4.4)$$

şeklinde olur (Chen-Hong, 2014: 64).

4.3.1.1.1. Üyelik Fonksiyonu Kısımları

Bilindiği üzere üyelik fonksiyonları $[0,1]$ aralığında değer alır. Üyelik fonksiyonları şekil 5’de görüldüğü gibi çekirdek, sınır, destek kısımlarından oluşur. Bununla birlikte geçiş noktası ve yükseklik kavramları da üyelik fonksiyonunun anlaşılması konusunda önemli kavramlardır (Şen, 2009: 41-43).

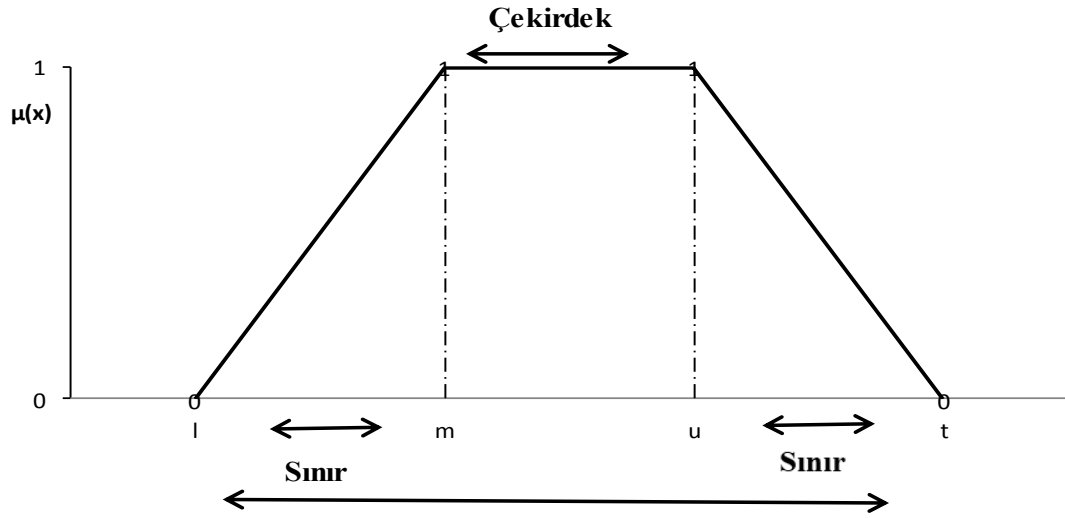
Çekirdek: $\tilde{A}$ bulanık kümesine tam üye elemanlardan, yani bulanık kümede üyelik derecesi 1’e eşit olan ($\mu(x)=1$) elemanlardan oluşan kısımdır.

Sınır: $\tilde{A}$ bulanık kümesinin üyelik fonksiyonunun sınırları tam üyelik haricindeki 0’dan farklı üyelik derecesine sahip elemanların oluşturduğu bölgedir. Bu elemanlar 0 ile 1 arasında değerlerden oluşurlar ($0 < \mu(x) < 1$) ve $\tilde{A}$ bulanık kümesinde bulanıklığın derecesini ve kısmi üyelik derecelerini gösterirler.

Destek: $\tilde{A}$ bulanık kümesinde bulunan elemanların üyelik derecesi 0’dan büyük, 1’den de küçük eşit olan elemanlarının ($0 < \mu(x) \leq 1$) oluşturduğu bölgedir.

Geçiş Noktası: $\tilde{A}$ bulanık kümesinin üyelik fonksiyonunda üyelik derecesinin 0,5’e eşit olduğu ($\mu(x)=0,5$) noktaya geçiş noktası denir. Bu noktaya geçiş noktası denmesinin sebebi 0,5 üyelik değerinden sonra kümeye üyeliğin güçlenmesi ya da zayıflamasıdır.

Yükseklik: $\tilde{A}$ bulanık kümesinin üyelik fonksiyonunda üyelik derecesinin en büyük olduğu noktadır. Bu durumdan normal bir bulanık kümede yüksekliğin 1’e eşit olduğu anlaşılır (Şen, 2009: 43).



Şekil 5. Üyelik Fonksiyonu Kısımları

Kaynak: Şen, Z., 2009: 41.

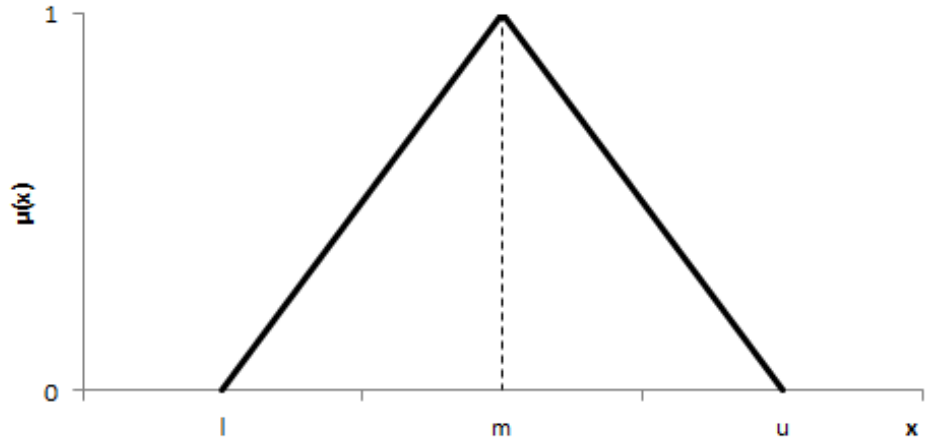
4.3.1.1.2. Üyelik Fonksiyonu Türleri

Bulanık kümelerde bir elemanın kümeye ait olma derecesinin belirlenmesinde kullanılan üyelik fonksiyonları, problemin türüne göre çeşitli şekillerde tanımlanabilmektedir. Aşağıda en çok kullanılan iki üyelik fonksiyonu verilmiştir.

Üçgen Üyelik Fonksiyonu

Üçgen üyelik fonksiyonu $\{l, m, u\}$ gibi üç parametre tarafından tanımlanır. Bu parametrelerin büyüklük sıralaması $l < m < u$ şeklindedir. Üçgen üyelik fonksiyonu eşitlik (4.5)'deki gibi hesaplanır (Junior vd., 2014: 197).

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & x < l \\ \frac{x-l}{m-l} & l \leq x \leq m \\ \frac{u-x}{u-m} & m \leq x \leq u \\ 0 & x > u \end{cases} \quad (4.5)$$



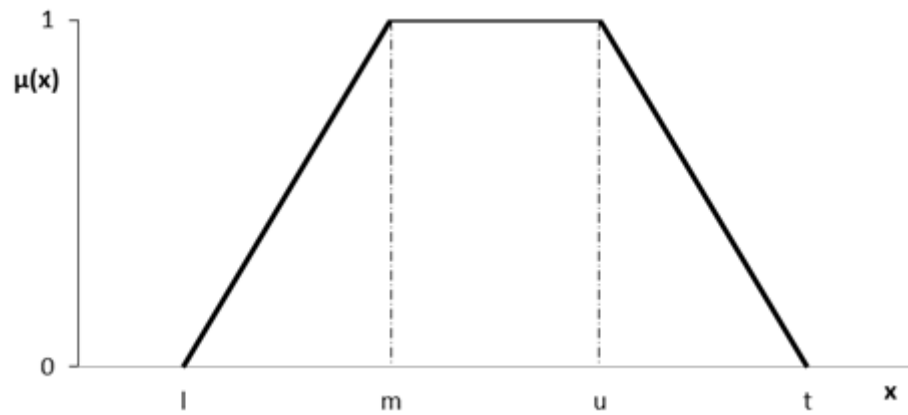
Şekil 6. Üçgen Üyelik Fonksiyonu

Kaynak: Junior, F.R.L.- Osiro, L.-Carpinetti, L.C.R., 2014: 197.

Yamuk Üyelik Fonksiyonu

Bulanık küme $A=\{l, m, u, t\}$ şeklinde 4 parametreden oluşuyorsa bu durumdaki üyelik fonksiyonuna yamuk üyelik fonksiyonu denir. Yamuk üyelik fonksiyonu eşitlik (4.6)'daki gibi hesaplanır (Baykal-Beyan, 2004: 78).

$$\mu(x) = \begin{cases} 0, & x < l \\ \frac{x-l}{m-l}, & l \leq x \leq m \\ 1, & m \leq x \leq u \\ \frac{t-x}{t-u}, & u \leq x \leq t \\ 0, & x > t \end{cases} \quad (4.6)$$



Şekil 7. Yamuk Üyelik Fonksiyonu

Kaynak: Baykal, N.-Beyan, T., 2004: 79.

4.3.1.2. Bulanık Kümelerde Kavramlar

α -Kesim Kümesi: Bir bulanık kümenin α -kesimi, üyelik fonksiyon değeri α 'ya eşit veya α 'dan büyük olan elemanların yer aldığı klasik bir kümedir. Seçilen her bir α değeri $\alpha \in (0,1]$ şeklinde tanımlanan bir gerçek sayıdır ve her biri için farklı bir α -kesim kümesi oluşturulur. Her bir α düzeyi ile üyelik fonksiyonunun farklı bir dilimi belirlenir. Gösterimi eşitlik (4.7)'de ifade edildiği gibidir (Özkan, 2003: 42).

$$\tilde{A}_\alpha = \{ x \in E \mid \mu_{\tilde{A}}(x) \geq \alpha \}, \alpha \in (0,1] \quad (4.7)$$

Örnek:

$\tilde{A} = \{0.2/1+0.4/2+0.6/3+0.8/4+1/5\}$ şeklinde verilen bulanık sayının $\alpha = 0,2, 0,4, 0,6, 0,8$ ve $1,0$ seviyelerine karşılık gelen aralık sayıları:

$$\tilde{A}_{0,2} = \{1, 2, 3, 4, 5\}$$

$$\tilde{A}_{0,4} = \{2, 3, 4, 5\}$$

$$\tilde{A}_{0,6} = \{3, 4, 5\}$$

$$\tilde{A}_{0,8} = \{4, 5\}$$

$$\tilde{A}_{1,0} = \{5\} \text{ şeklinde olacaktır.}$$

Dışbükey (Konveks) Bulanık Küme: E evrensel kümesi, n-boyutlu öklidsel uzay R^n 'de tanımlı olmak üzere; bir bulanık kümede, herhangi iki noktayı birleştiren çizgi üzerindeki her nokta kümenin elemanı ise, bulanık küme dışbükeydir.

Dışbükeylik kavramı α -kesimlerine göre tanımlanacak olursa; bir bulanık kümenin tüm α -kesim kümeleri dış bükey ise, bu α -kesim kümelerine sahip olan bulanık küme de dışbükey bir kümedir (Zadeh, 1965: 341).

$$\mu_{\tilde{A}}[\lambda x_1 + (1-\lambda)x_2] \geq \min [\mu_{\tilde{A}}(x_1), \mu_{\tilde{A}}(x_2)], x_1, x_2 \in E \text{ ve } \lambda \in [0,1] \quad (4.8)$$

Alt Küme ve Eşit Kümeler: E evrensel kümesindeki her elemanın $\tilde{A}$ kümesindeki üyelik derecesi, $\tilde{B}$ kümesindeki üyelik derecesinden küçük ya da eşitse $\tilde{A}$ kümesi $\tilde{B}$ kümesinin alt kümesidir.

E evrensel kümesindeki her elemanın $\tilde{A}$ kümesindeki üyelik derecesi $\tilde{B}$ kümesindeki üyelik derecesine eşit ise $\tilde{A}$ ve $\tilde{B}$ kümeleri eşit kümelerdir (Öztürk, 2011: 22-23).

Destek Kümesi: Üyelik dereceleri 0'dan büyük olan tüm elemanları bulunduran klasik kümeye destek kümesi denir ve matematiksel gösterimi eşitlik (4.9)'daki gibidir (Elmas, 2003: 63):

$$\text{Supp}A = \{x \in E \mid \mu_A(x) > 0\} \quad (4.9)$$

Seviye (Düzey) Kümesi: E evrensel kümesinde tanımlı $\tilde{A}$ kümesinin üyelik derecesi α özel değerine eşit olanlardan oluşturulan klasik küme $\tilde{A}$ kümesinin seviye kümesidir ve A_α ile gösterilir. Matematiksel gösterimi eşitlik (4.10)'daki gibidir (Elmas, 2003: 63):

$$A_\alpha = \{x \in E \mid \mu_{\tilde{A}}(x) = \alpha\} \quad (4.10)$$

Genişleme Kuralı: Zadeh'in ortaya attığı genişleme kuralı standart analitik kümeler ve değişkenler arasındaki klasik bağıntının, bulanık kümelerin klasik bağıntısına genişletilmesini sağlamaktadır. $E = E_1 \times E_2 \dots E_k$ evrensel kümesinin kartezyen çarpımı ve $\tilde{A}_1, \tilde{A}_2, \dots, \tilde{A}_k$ evrensel kümede bulanık kümelerdir. Bulanık $\tilde{A}_1, \tilde{A}_2, \dots, \tilde{A}_k$ kümelerinin kartezyen çarpımı eşitlik (4.11)'deki gibi tanımlanan bir $\tilde{A}_1 \times \tilde{A}_2 \times \dots \times \tilde{A}_k$ bulanık kümelerini verir;

$$\mu_{\tilde{A}_1 \times \tilde{A}_2 \times \dots \times \tilde{A}_k}(x_1 \times x_2 \times \dots \times x_k) = \text{Min}[\mu_{\tilde{A}_1}(x_1), \dots, \mu_{\tilde{A}_k}(x_k)] \quad (4.11)$$

f fonksiyonu E'den F'ye olsun;

$$f(E_1, E_2, \dots, E_k): E \rightarrow F \quad (4.12)$$

Bu durumda F uzayında bulunan bulanık B kümesine f fonksiyonuyla ulaşılır ve $\tilde{A}_1, \tilde{A}_2, \dots, \tilde{A}_k$ bulanık kümeleri yardımıyla eşitlik (4.13)'de ifade edildiği şekilde elde edilir;

$$\mu_{\tilde{B}}(y) = \begin{cases} f^{-1}(y) = \emptyset \text{ ise } 0 \\ \text{dd. Max}[\text{Min}(\mu_{\tilde{A}_1}(x_1), \dots, \mu_{\tilde{A}_k}(x_k))] \\ y = f(x_1, x_2, \dots, x_k) \end{cases} \quad (4.13)$$

Burada $f^{-1}(y)$ y'nin tersidir. $\mu_B(y)$ üyelik fonksiyonu $\mu_{A_1 \times A_2 \times \dots \times A_k}(x_1 \times x_2 \times \dots \times x_k)$ olan $y=(x_1, x_2, \dots, x_k)$ 'nin üyeliğidir. f birebir ve örten fonksiyon ise, $f^{-1} \neq \emptyset$ olduğu zaman $\mu_B(y)=\mu_A(f^{-1}(y))$ 'dır (Baykal-Beyan, 2004: 155-157).

Yükseklik ve Normallik: E evrensel kümesi üzerinde tanımlanan bulanık $\tilde{A}$ kümesinin en az bir tane üyelik derecesi 1 ise, bu kümeye normal bulanık küme denir. Normal olmayan bulanık kümeye ise normalaltı bulanık küme denir.

$\tilde{A}$ bulanık kümesinin en büyük üyelik derecesine o kümenin yüksekliği denir. Yükseklik eşitlik (4.14)'deki gibi ifade edilir (Gülcan, 2012: 26-34).

$$h(A)=\sup_{x \in E} A(x) \quad (4.14)$$

4.3.1.3. Bulanık Kümelerde İşlemler

Kesişim: $\mu_{\tilde{A}}(x)$ ve $\mu_{\tilde{B}}(x)$, üyelik fonksiyonlarına sahip $\tilde{A}$ ve $\tilde{B}$ bulanık kümelerinin kesişiminin üyelik fonksiyonu (Elmas, 2003: 61):

$$\mu_{\tilde{A} \cap \tilde{B}} = \min(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)), \forall x \in E \quad (4.15)$$

şeklinde ifade edilir.

Birleşim: $\mu_{\tilde{A}}(x)$ ve $\mu_{\tilde{B}}(x)$, üyelik fonksiyonlarına sahip $\tilde{A}$ ve $\tilde{B}$ bulanık kümelerinin birleşiminin üyelik fonksiyonu (Elmas, 2003: 60):

$$\mu_{\tilde{A} \cup \tilde{B}} = \max(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(x)), \forall x \in E \quad (4.16)$$

şeklinde ifade edilir.

Tümleme: $\tilde{A}$ ve $\tilde{B}$ bulanık kümeleri için, $\mu_{\tilde{A}}(x) = 1 - \mu_{\tilde{B}}(x)$, $\forall x \in E$ sağlanması koşuluyla $\tilde{A}$ ve $\tilde{B}$ tümleyendir ve $\tilde{B} = \tilde{A}^C$ ve $\tilde{A} = \tilde{B}^C$ ile gösterilir (Elmas, 2003: 62).

4.3.2. Bulanık Sayılar

Bulanık sayılar bulanık kümelerin bir alt kümesidir. Yani her bulanık sayı bir bulanık kümedir, ancak her bulanık küme bir bulanık sayı değildir. Bulanık kümeler aşağıdaki özellikleri taşımaları durumunda bulanık sayı olurlar (Özkan, 2003: 59-60).

- i. Bulanık küme normal olmalıdır.
- ii. Bulanık küme dışbükey olmalıdır.
- iii. Bulanık kümenin destek kümesi sınırlı olmalıdır.
- iv. Bulanık kümenin her bir α -kesimi, reel sayı doğrusunun kapalı bir aralığında tanımlı olmalıdır.

4.3.2.1. Bulanık Sayılarda Aritmetik İşlemler

Klasik sayılarda olduğu gibi bulanık sayılarda da toplama, çıkarma, çarpma ve bölme işlemleri uygulanabilir. Bu işlemleri yapabilmek için birbiriyle özdeş sonuçlar veren α -kesim yöntemi ve genişleme prensibinden yararlanılır (Özkan, 2003: 66).

α Kesim Kümesi İşlemleri: Her ikisi de bulanık sayı olan $\tilde{A}=[a_1, a_2]$ ve $\tilde{B}=[b_1, b_2]$ 'ye uygulanan cebirsel işlemler sonucunda çıkan yeni sayı da bir bulanık sayıdır. α -kesim kümesi işlemleri (toplama (4.17), çıkarma (4.18), çarpma (4.18), bölme (4.20)) aşağıdaki gibi yapılır (Mon vd., 1994):

$$(\tilde{A} + \tilde{B})_\alpha = [a_1^\alpha + b_1^\alpha, a_2^\alpha + b_2^\alpha] \quad (4.17)$$

$$(\tilde{A} - \tilde{B})_\alpha = [a_1^\alpha - b_1^\alpha, a_2^\alpha - b_2^\alpha] \quad (4.18)$$

$$(\tilde{A} \times \tilde{B})_\alpha = [a_1^\alpha \times b_1^\alpha, a_2^\alpha \times b_2^\alpha] \quad (4.19)$$

$$(\tilde{A} \div \tilde{B})_\alpha = [a_1^\alpha \div b_1^\alpha, a_2^\alpha \div b_2^\alpha] \quad (4.20)$$

Genişleme İlkesine Göre İşlemler: $\tilde{A}$ ve $\tilde{B}$ kümelerinin genişleme ilkesi kullanılarak yapılan toplama (eşitlik (4.21)), çıkarma (eşitlik (4.22)), çarpma (eşitlik (4.23)) ve bölme (eşitlik (4.24)) işlemleri aşağıda verildiği gibidir (Özkan, 2003: 76).

$$\tilde{A} + \tilde{B} = \max_{z=x+y} \min(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(y)) \quad (4.21)$$

$$\tilde{A} - \tilde{B} = \max_{z=x-y} \min(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(y)) \quad (4.22)$$

$$\tilde{A} \times \tilde{B} = \max_{z=x \times y} \min(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(y)) \quad (4.23)$$

$$\tilde{A} \div \tilde{B} = \max_{z=x \div y} \min(\mu_{\tilde{A}}(x), \mu_{\tilde{B}}(y)) \quad (4.24)$$

Çalışmada üçgen bulanık sayılar kullanıldığından üçgen bulanık sayılarda cebirsel işlemler aşağıda ayrıntılı olarak verilmiştir.

Üçgen Bulanık Sayılarda İşlemler: $\tilde{A}=(l_1, m_1, u_1)$ ve $\tilde{B}(l_2, m_2, u_2)$ üçgensel bulanık sayıları ile yapılacak cebirsel işlemler aşağıdaki gibidir (Junior vd., 2014: 197):

İki üçgensel bulanık sayının toplanması:

$$\tilde{A}(+)\tilde{B}=(l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2), l_1 \geq 0, l_2 \geq 0 \quad (4.25)$$

İki üçgensel bulanık sayının farkı:

$$\tilde{A}(-)\tilde{B}=(l_1 - l_2, m_1 - m_2, u_1 - u_2), l_1 \geq 0, l_2 \geq 0 \quad (4.26)$$

İki üçgensel bulanık sayının çarpımı:

$$\tilde{A}(\times)\tilde{B}=(l_1 \times l_2, m_1 \times m_2, u_1 \times u_2), l_1 \geq 0, l_2 \geq 0 \quad (4.27)$$

İki üçgensel bulanık sayının birbirine bölünmesi:

$$\tilde{A}(\div)\tilde{B}=(l_1 \div l_2, m_1 \div m_2, u_1 \div u_2), l_1 \geq 0, l_2 \geq 0 \quad (4.28)$$

Bir üçgensel bulanık sayının çarpma işlemine göre tersi:

$$\tilde{A}^{-1}=\left(\frac{1}{u_1}, \frac{1}{m_1}, \frac{1}{l_1}\right) \geq 0 \quad (4.29)$$

Bir üçgensel bulanık sayının bir sabit sayı (p) ile çarpılması:

$$\tilde{A} \times p=(l_1 \times p, m_1 \times p, u_1 \times p) \quad l_1 \geq 0, p \geq 0 \quad (4.30)$$

Bir üçgensel bulanık sayının bir sabit sayı (p)'ya bölünmesi:

$$\frac{\tilde{A}}{p}=\left(\frac{l_1}{p}, \frac{m_1}{p}, \frac{u_1}{p}\right); l_1 \geq 0, p \geq 0 \quad (4.31)$$

4.3.3. Bulanıklaştırma

Bulanıklaştırma işlemiyle klasik küme halindeki değişkenler belirli aralıklarla bulanık küme haline dönüştürülür ve dilsel özellik kazandırılır. Bu sayede bir aralıktaki ögeler sadece 1 değeri almaktan kurtulur ve 0 ile 1 arasında bir değer olarak gerçeğe daha yakın bir duruma gelir. Problemlerin çözümü için ilk olarak bulanıklaştırma, ardından bulanık kural taban işlemleri ve son olarak durulaştırma işlemi yapılır. Bulanıklaştırma süreci, bulanık kümenin üyelik fonksiyonu ve üyelik derecelerinin tanımlanmasına dayanır (Pala, 2013: 18).

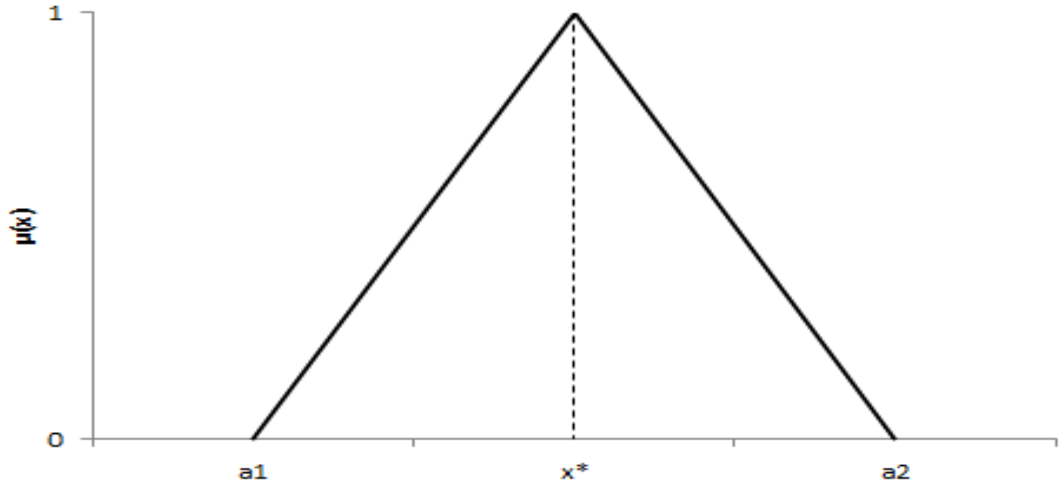
4.3.4. Durulaştırma

Bulanıklaştırma işleminin tersi olan durulaştırma ile hassas konularda çalışan karar vericilerin kesin değerlerle karar verebilmesi amaçlanır. Bu işlem sayesinde bulanık küme tek bir sayıya dönüştürülür. Çok sayıda durulaştırma yöntemi vardır ve bunlar arasından problemin yapısına uygun olanı tercih edilir. Bunlardan en sık kullanılanları aşağıda verilmiştir (Paksoy vd., 2013: 65-66).

4.3.4.1. Maksimum Üyelik Yöntemi

Bu yöntemde bulanık çıkarım kümesindeki en yüksek üyelik derecesi değeri seçilir. Yükseklik yöntemi de denilen bu yöntemin uygulanabilmesi için çıkarım kümesinin tepesi olması gerekir (Paksoy vd., 2013: 67). Matematiksel gösterimi eşitlik (4.32)'de ifade edildiği gibidir.

$$\mu_{\tilde{A}}(z^*) \geq \mu_{\tilde{A}}(z) \quad \forall z \in Z \quad (4.32)$$



Şekil 8. Maksimum Üyelik Yöntemi

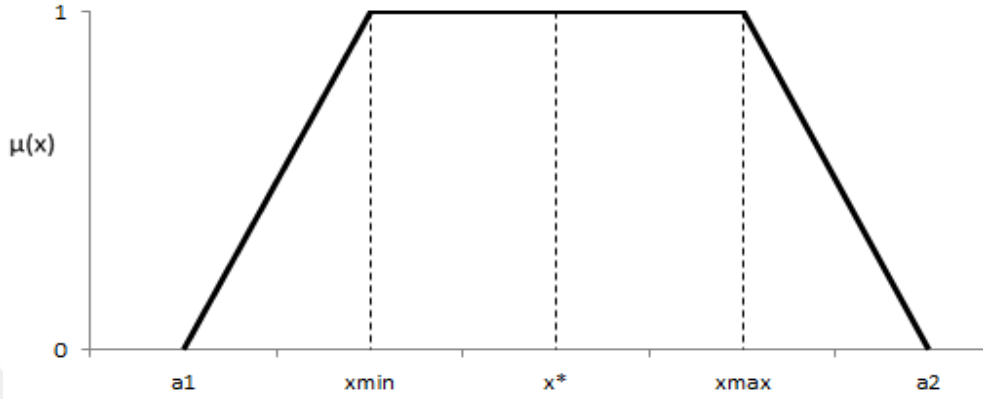
Kaynak: Paksoy, T.-Yapıcı Pehlivan, N.- Özceylan, E., 2013: 67.

4.3.4.2. Ortalama Maksimum Üyelik Yöntemi

Bilindiği üzere maksimum üyelik yönteminde çıkarım kümesinin tek bir tepe noktası olduğu varsayılır. Çıkarım kümelerinin tek tepe noktasına sahip olmadığı durumlarda ise ortalama maksimum üyelik yöntemi tercih edilir. x_{max} ve x_{min} üyelik

fonksiyonu değeri 1'e eşit olan uç değerleri temsil eder ve durulaştırılmış değer eşitlik (4.33)'deki gibi hesaplanır (Pala, 2013: 19).

$$z^* = \frac{x_{max} + x_{min}}{2} \quad (4.33)$$

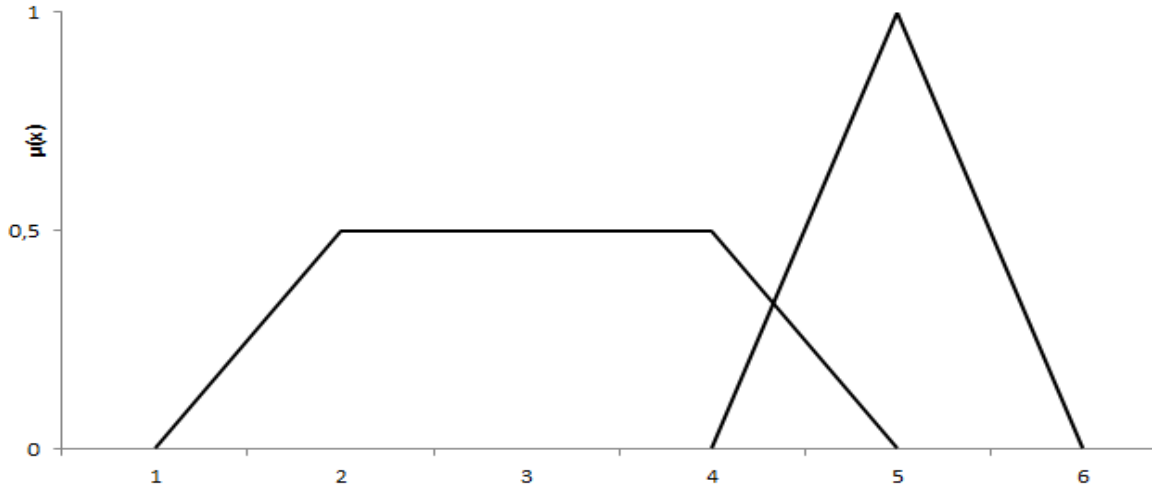


Şekil 9. Ortalama Maksimum Üyelik Yöntemi

Kaynak: Pala, O., 2013: 19.

4.3.4.3. En Büyük İlk veya Son Üyelik Derecesi Yöntemi

Bu yöntemde tüm çıktıların birleşiminden ortaya çıkan bulanık çıkarım kümesindeki en büyük üyelik derecesi değerine sahip en küçük bulanık küme değeri seçilir (Öztürk, 2011: 57).



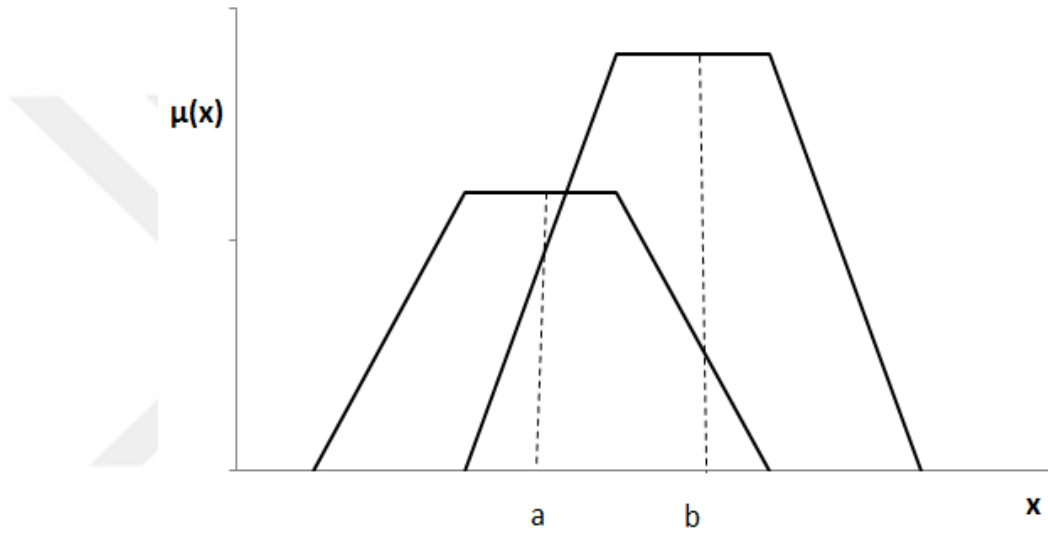
Şekil 10. En Büyük İlk veya Son Üyelik Derecesi Yöntemi

Kaynak: Öztürk, B., 2011: 57.

4.3.4.4. Ağırlıklı Ortalama Yöntemi

Bu yöntemi uygulayabilmek için simetrik üyelik fonksiyonu değeri bulunur. Bulanık çıkarım kümesini oluşturan her bir çıktı bulanık kümenin sahip olduğu en büyük üyelik fonksiyonu değeri ile ilgili öge değerinin çarpılıp toplam üyelik fonksiyonu değerine bölünmesi sonucu elde edilir ve durulaştırılmış değer eşitlik (4.34)'deki gibi hesaplanır (Baykal-Beyan, 2004: 384).

$$z^* = \frac{\sum_i \mu_i z_i}{\sum_i \mu_i} \quad (4.34)$$



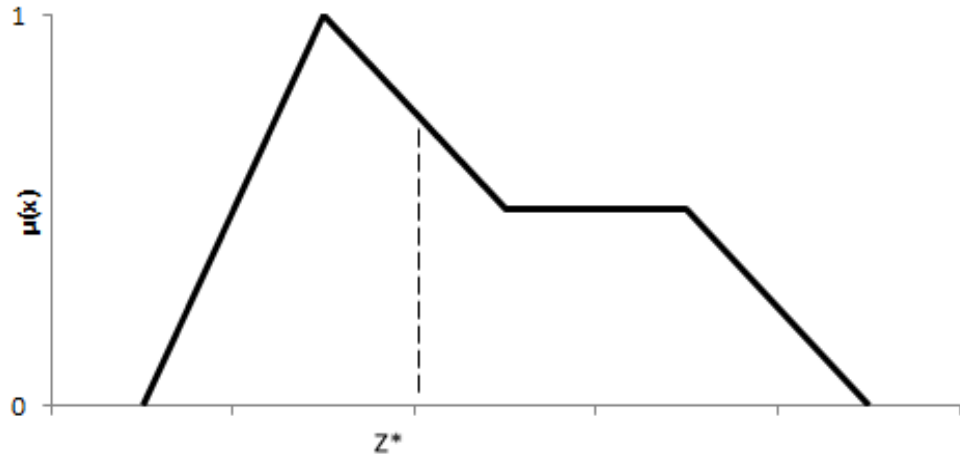
Şekil 11. Ağırlıklı Ortalama Yöntemi

Kaynak: Baykal, N.-Beyan, T., 2004: 384.

4.3.4.5. Ağırlık Merkezi Yöntemi

Sentroid yöntemi de denilen bu yöntem en yaygın kullanılan durulaştırma yöntemidir ve eşitlik (4.35)'deki gibi hesaplanır (Şen, 2009: 260).

$$z^* = \frac{\int \mu(z) \cdot z \, dz}{\int \mu(z) \, dz} \quad (4.35)$$



Şekil 12. Ağırlık Merkezi Yöntemi

Kaynak: Şen, Z. 2009: 260.

4.3.4.6. Toplamların Merkezi Yöntemi

Durulaştırma yöntemleri içerisinde en hızlı olanıdır. İki bulanık kümenin birleşimi değil cebirsel toplamı kullanılır. Kesişim bölgelerinin iki kere işleme girmesi, yöntemin dezavantajıdır. Matematiksel gösterimi eşitlik (4.36)'daki gibidir (Paksoy vd., 2013: 69).

$$z^* = \frac{\int \bar{z} \sum_{k=1}^n \mu \tilde{C}_k(z) dz}{\int \sum_{k=1}^n \mu \tilde{C}_k(z) dz} \quad (4.36)$$

Denklemdaki $\bar{z}$ değeri, ilgili üyelik fonksiyonunun ağırlık merkezine olan uzaklığını gösterir.

BEŞİNCİ BÖLÜM

BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ

Saaty'nin geliştirdiği AHP modeli uzman görüşlerini almasına rağmen, insani düşünce tarzını yansıtmada noktasında eksik kalmaktadır. Karar vericilerin görüşlerindeki bulanık ve belirsiz durumları ifade etmesi bakımından BAHP kullanımı, klasik AHP'ye kıyasla daha gerçekçi sonuçlar vermektedir (Çakır-Özdemir, 2016: 172).

BAHP'nin uygulama aşamaları aşağıdaki gibi sıralanabilir (Güngör vd., 2009):

- i. Hedefler, kriterler ve alt kriterler belirlenir.
- ii. AHP'nin hiyerarşik yapısı oluşturulur.
- iii. Öncelikler belirlenir ve bulanık sayılara dönüştürülür.
- iv. Bulanık ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulur.
- v. Tüm alternatifler için öncelik vektörleri hesaplanır ve alternatifler arasından seçim yapılır.

BAHP'nin uygulanması konusunda pek çok yöntem önerilmiştir. Van Laarhoven ve Pedrcyz'nin yöntemi, Buckley'in yöntemi ve Chang'ın genişletilmiş analiz yöntemi bunlardan bazılarıdır (Kahraman, 2008: 56).

5.1. VAN LAARHOVEN VE PEDRYCZ YÖNTEMİ

Van Laarhoven ve Pedrcyz (1983)'in önerdiği yöntemde üçgen üyelik fonksiyonları kullanılmıştır. Üçgensel bulanık sayılarla ifade edilen oranların kıyaslandığı yöntemin hesaplama adımları klasik AHP'den farklıdır. Bulanık performans değerleriyle bulanık ağırlıkların hesaplanmasında, Lootsma'nın logaritmik en küçük kareler yönteminden yararlanılır. Hesaplamaların zorluğu ve sonuçların çok verimli olmaması nedeniyle, çok fazla tercih edilmemektedir (Pala, 2013: 38).

5.2. BUCKLEY YÖNTEMİ

Buckley (1985), bulanık karşılaştırma oranlarını kullandığı yöntemde, yamuk üyelik fonksiyonlarından faydalanmıştır. Buckley, Van Laarhoven ve Pedrcyz'in yöntemine üçgensel bulanık sayılar kullanmadaki ısrarları ve yöntemde toplanan denklemlerden elde edilen doğrusal denklemlerin her zaman tek bir çözüm sunmaması sebebiyle eleştiri getirmiştir. Bu yöntemle, bulanık ağırlıkları geometrik ortalama metoduyla elde ederek hem bulanıklığın devamını, hem de karşılaştırma matrislerinden tek çözüm elde edilmesini sağlamıştır (Pala, 2013: 39).

5.3. GENİŞLETİLMİŞ ANALİZ YÖNTEMİ

Kullanım kolaylığı açısından uygulayıcılar tarafından sıkça tercih edilen, bu çalışmada da uygulanan Genişletilmiş Analiz Yöntemi, Chang (1996) tarafından ortaya atılmıştır. Yöntemde üçgensel bulanık sayılar kullanılır.

BAHP'de $X=(x_1, x_2, \dots, x_n)$ kriterler kümesi ve $U=(u_1, u_2, \dots, u_n)$ bir hedef kümesi olduğunu varsayarak her bir kriter alınır ve her bir hedef için genişletme analizi yapılır. Genişletme analizi ile bu kriterlerin hedefi ne kadar gerçekleştirdiği ifade edilir. Böylece her kriter için m tane genişletme analiz değeri elde edilir. Bu değerler eşitlik (5.1)'deki gibi ifade edilir.

$$M_{gi}^1, M_{gi}^2, M_{gi}^3, \dots, M_{gi}^m \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad (5.1)$$

Burada; M_{gi}^j ($j=1, 2, \dots, m$) değerlerinin hepsi üçgensel bulanık sayıdır ve $M_{gi}^j=(l_i, m_i, u_i)$ şeklinde gösterilir. M_{gi}^j , her bir amaca yönelik genişletilmiş değeri ifade eder (Chang, 1996: 650).

Chang'ın genişletilmiş analiz yönteminin uygulama aşamaları aşağıdaki gibidir.

5.3.1. İkili Karşılaştırmaların Yapılması

Klasik AHP'de olduğu gibi kriterler, alt kriterler ve her bir kriter ve alt kriter için alternatifler arasında ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulur (Paksoy vd., 2013: 124). İkili karşılaştırma matrisleri tablo 5'te verilen değerlerden oluşur. Tabloda verilen

karşılık ölçek, bulanık ölçekteki üçgensel bulanık sayıların çarpma işlemine göre tersidir. Bilindiği gibi ikili karşılaştırma matrislerinde köşegenin altındaki değerler köşegenin üstündeki değerlerin tersinin alınmasından oluşur.

Tablo 5. BAHP’de Karar Kriterleri ve Alternatiflerin Değerlendirilmesinde Kullanılan Dilsel Değerler ve Önem Ölçeği

Dilsel İfade	Bulanık Ölçek	Karşılık Ölçek
Eşit Önemli	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
Orta Derecede Önemli	(2/3, 1, 3/2)	(2/3, 1, 3/2)
Kuvvetli Derecede Önemli	(3/2, 2, 5/2)	(2/5, 1/2, 2/3)
Çok Kuvvetli Derecede Önemli	(5/2, 3, 7/2)	(2/7, 1/3, 2/5)
Kesin Önemli	(7/2, 4, 9/2)	(2/9, 1/4, 2/7)

Kaynak: Göksu, A.-Güngör, İ. 2008: 11.

$\tilde{A}$ bulanık ikili karşılaştırma matrisi;

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} (1, 1, 1) & \cdots & (l_{1n}, m_{1n}, n_{1n}) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ (l_{n1}, m_{n1}, n_{n1}) & \cdots & (1, 1, 1) \end{bmatrix} \text{şeklindedir.}$$

5.3.2. Bulanık Sentetik Değerin Bulunması

Sentetik değer; beklenen işlevi görebilecek, fakat tam karşılığı vermeyen belirsizliğe sahip temsili bir sayı anlamına gelir (Turgut, 2015: 84).

S_i değeri, i’nci seçeneğe göre bulanık sentetik değerdir. Eşitlik (5.2)’ye göre bulunur. Sentetik değerın bulunması işlemi, bulanık sayılarda yapılan bir çeşit normalizasyon işlemidir (Topçu, 2014: 73).

$\otimes$ işareti iki bulanık sayının çarpılması işlemi tanımlamaktadır.

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \otimes \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} \quad (5.2)$$

Eşitlik 5.2 açılacak olursa;

Adım 1: $\sum_{j=1}^m M_{gi}^j$ ifadesini elde etmek için karşılaştırma matrisinin satır elemanları eşitlik (5.3)’de olduğu gibi bulanık toplama işlemi ile toplanır;

$$\sum_{j=1}^m M_{gi}^j = \left(\sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j \right) \quad (5.3)$$

Adım 2: satır toplamaları eşitlik (5.4)'de olduğu gibi sütun bazında toplanır;

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j = \left(\sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j \right) \quad (5.4)$$

Adım 3: eşitlik (5.5)'de olduğu gibi ifadenin tersini alma işlemi gerçekleştirilir;

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{j=1}^m u_j}, \frac{1}{\sum_{j=1}^m m_j}, \frac{1}{\sum_{j=1}^m l_j} \right) \quad (5.5)$$

Böylece bulanık sayıların karşılaştırılabilmesi için bulanık sentetik değerler hesaplanmış olur (Kumar vd., 2017: 538).

5.3.3. Olabilirlik Derecesinin Hesaplanması

Bir önceki aşamada elde edilen bulanık sentetik değerler bu aşamada karşılaştırılır ve son aşamada bu değerler kullanılarak ağırlık değerleri elde edilir. $S_i=(l_i, m_i, u_i)$ ve $S_j=(l_j, m_j, u_j)$ bulanık sentetik değerlerinin karşılaştırılması için;

$S_j \geq S_i$ 'nin olabilirlik derecesi başka bir deyişle S_j 'nin S_i 'e tercih edilme olasılığı eşitlik (5.6)'daki gibi tanımlanır ve eşitlik (5.7) kullanılarak hesaplanır (Zyoud vd. 2016: 91).

$$V(S_j \geq S_i) = \sup_{y \geq x} \left[\min \left(\mu_{S_i}(x), \mu_{S_j}(y) \right) \right] \quad (5.6)$$

Eşitlik (5.6), $y \geq x$ eşitsizliğinin genişleme prensibine göre ifade edilmesidir (Topçu, 2014: 73).

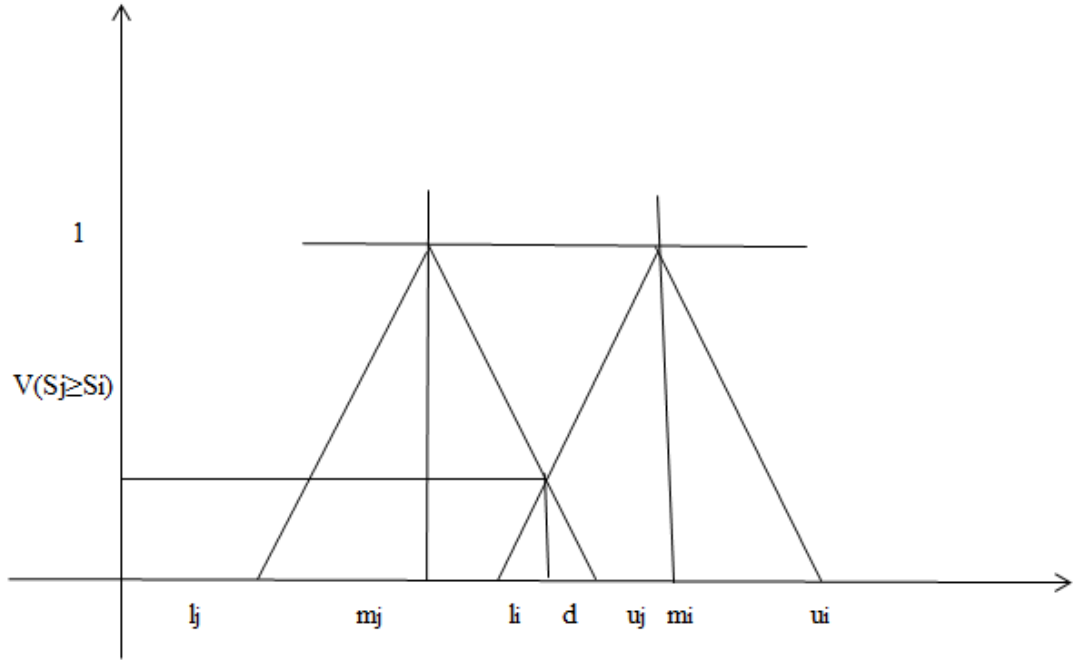
$$V(S_j \geq S_i) = \text{hgt}(S_i \cap S_j) = \mu_{M_j}(d) = \begin{cases} 1, & m_j \geq m_i \\ 0, & l_i \geq u_j \\ \frac{(l_i - u_j)}{(m_j - u_j) - (m_i - l_i)}, & \text{d. d.} \end{cases} \quad (5.7)$$

Formüle bakıldığında ilk olarak üçgensel bulanık sayı formundaki bulanık sentetik değerlerin m değerleri karşılaştırılır. Büyük m değeri önermede büyük eşit kabul edilen S_j sayısına ait ise veya m değerleri eşit ise olabilirlik derecesi 1 değerini alır. Bu durum sağlanmadığı takdirde önermede küçük kabul edilen S_i sayısının l (l_i)

değeri ile S_j sayısının u (u_j) değerleri karşılaştırılır. l_i , u_j 'den büyük eşit olması durumunda olabilirlik derecesi 0 değerini alır. Bu iki durumda sağlanmadığı takdirde;

$$\frac{(l_i - u_j)}{(m_j - u_j) - (m_i - l_i)} \text{ formülü ile 0 ile 1 arasında bir olabilirlik derecesi değeri}$$

hesaplanır. Bu değer şekil 13'de görülmektedir.



Şekil 13. Olabilirlik Derecesi Hesabı

Kaynak: Chang, D.Y., 1996 :651.

Eşitlikteki d, μ_{M1} ve μ_{M2} arasındaki en yüksek kesişim noktası kabul edilen D noktasının ordinatını (üyelik fonksiyonu değeri) ifade eder (Seçme-Özdemir, 2008: 181).

Konveks bir bulanık sayının olasılık derecesinin k adet bulanık sayıdan M_i ($i=1, 2, \dots, k$) daha büyük olabilirliğinin derecesi eşitlik (5.8)'deki gibi açıklanabilir (Chang, 1996: 651).

$$V(S \geq S_1, S_2, \dots, S_k) = \min V(S \geq S_i), i=1, 2, \dots, k \quad (5.8)$$

Her seçeneğe ait olabilirlik derecelerinin en küçüğü tercih edilir. En küçük olabilirlik derecesi değeri aynı zamanda durulaştırılmış değerdir.

Bu durumda S_i , $k = 1, 2, \dots, n$; $k \neq i$ için $d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k)$ varsayımı yapılabilir ve bu varsayımdan hareketle ağırlık vektörü (W') eşitlik (5.9)'daki gibi hesaplanır (Chang, 1996: 651).

5.3.4. Ağırlık Vektörünün Hesaplanması

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (5.9)$$

Burada A_i ($i=1, 2, \dots, n$) n tane elemandan oluşur.

Hesaplanan ağırlık vektörü eşitlik (5.10) kullanılarak normalize edilir ve eşitlik (5.11)'de ifade edilen bulanık olmayan W vektörüne ulaşılır (Zyoud vd., 2016: 91).

$$d(A_i) = \frac{d'(A_i)}{\sum_{i=1}^n d'(A_i)} \quad (5.10)$$

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T \quad (5.11)$$

Ana kriterlerin ağırlıkları (W_{MC_i} ($i = 1, 2, \dots, n$)) ana kriterlere ait bulanık ikili karşılaştırma matrisleri kullanılarak hesaplanır.

Her bir alt kriterin ağırlığı ($W_{SC_{ij}}$ ($i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m$)) hesaplanırken, alt kriterlerin ana kriterlerine göre değerlendirildiği bulanık ikili karşılaştırma matrisleri kullanılır.

Alternatiflerin ağırlıkları ($W_{ASC_{ij}}$) hesaplanırken her birinin alt kriterlere göre değerlendirildiği bulanık ikili karşılaştırma matrislerinden yararlanılır.

Ana kriter i (MC_i)'ye ait alt kriterler (SC_{ij})'in alternatif öncelik ağırlıkları, eşitlik (5.12)'de verildiği gibi her bir alt kriterin ağırlıkları ile alternatiflerin ağırlıklarının çarpılıp toplanması ile bulunur.

$$A_{ij} = \sum_{j=1}^m W_{SC_{ij}} \times W_{ASC_{ij}}, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (5.12)$$

Alternatiflerin hedefe ait ağırlıklarına eşitlik (5.13)'de ifade edildiği gibi ana kriter i (MC_i)'in ağırlıkları ile A_{ij} ağırlıklarının çarpılıp toplanması ile ulaşılır (Paksoy vd., 2013: 126).

$$A_k = \sum_{i=1}^n w_{MC_i} \times A_{ij}, k=1, 2, \dots, s \text{ ve } \sum_{k=1}^s A_k = 1 \quad (5.13)$$

Burada $i=1, 2, \dots, n$: ana kriter sayısını; $j=1, 2, \dots, m$: alt kriter sayısını; s : alternatif sayısını temsil etmektedir.

5.3.5. Bulanık AHP’de Tutarlılık Hesabı

Genişletilmiş analiz yönteminin sonucunda oluşan toplam ağırlık vektöründe bazı kriterlerin ağırlıklarının sıfır çıkması tutarlılık indeksi hesaplanırken tanımsızlık oluşmasına neden olduğundan BAHP’de tutarlılık hesabı yapılamamaktadır (Topçu, 2014: 76).

5.4. LİTERATÜR ÖZETİ

Literatür incelendiğinde BAHP ve diğer ÇKKV yöntemlerinin onlarca araştırmacı tarafından, çok sayıda çalışmada kullanıldığı görülmüştür. Bunlardan bir kısmı şöyledir:

Mon vd. (1994) entropi tabanlı bulanık AHP kullandıkları çalışmalarında üçgensel bulanık sayılardan yararlanmışlardır. Çalışmada üç ayrı füze sistemi taktik, teknoloji, ekonomi ve bakım-onarım ve ilerleme şeklinde beş ayrı kriter açısından değerlendirilmiştir.

Kuo vd. (2002) çalışmalarında, market yeri seçimi için BAHP ve yapay sinir ağlarını birlikte kullanmışlardır. Üçgensel bulanık sayılar kullanılan çalışmada BAHP yönteminden kriter ağırlıklarını belirlemek amacıyla yararlanılmıştır. Çalışmada problem altı ana kriter bu ana kriterlere bağlı yirmi bir alt kriter açısından değerlendirilmiştir.

Kahraman vd. (2003) yaptıkları çalışmada, tedarikçi seçimi için BAHP yönteminden yararlanmışlardır. Üçgensel bulanık sayıların kullanıldığı süreç üç ana kriter on bir alt kriter açısından değerlendirilmiş ve üç alternatif arasından seçim yapılmıştır.

Kahraman vd. (2004) üç farklı hazır yemek firmasını, üçgensel bulanık sayıları kullanarak üç ana kriter ve on bir alt kriter açısından, BAHP yöntemi aracılığıyla sıralamışlardır.

Hsieh vd. (2004) kamu binası planlama ve tasarım alternatifinin seçilmesi amacıyla yaptıkları çalışmalarında, BAHP tekniğinden faydalanmışlardır. Problem altı ana kriter ve yirmi alt kriter açısından değerlendirilmiş beş alternatif sıralanmıştır.

Kapoor ve Tak (2005), BAHP metodunu endüstride insanlar için risk unsuru bulunduran işlerde kullanılmak üzere geliştirilmiş robot seçimi için kullanmıştır. Yamuk bulanık sayıların kullanıldığı çalışmada, problem üç ana kriter ve sekiz alt kriter açısından ele alınmıştır.

Chan ve Kumar (2007), çalışmalarında üretici firmalar için küresel tedarikçi seçimi problemine BAHP metodunu uygulamışlardır. Çalışmada üç ayrı tedarikçi firma, beş ana kriter ve on dokuz alt kriter açısından değerlendirilmiştir.

Lee vd. (2008) çalışmalarında Tayvan'da üretim endüstrisinde bilgi teknolojileri departmanının performans değerlendirmesi amacıyla, Türkçe'ye kurumsal karne olarak çevrilen Balanced Scorecard (BSC) ile birlikte BAHP yöntemini kullanmışlardır. BSC kriterleri olan finans, müşteriler, iç süreçler ve çalışanlar ana kriter olarak alınmıştır ve bu kriterler on dört alt kritere ayrılmıştır.

Göksu ve Güngör (2008), BAHP yönteminin farklı metotlarını (Chang, Liou-Wang, Kareli Ortalama) bir arada kullandıkları çalışmalarında, üniversite tercih sıralaması problemine çözüm aramışlardır. Türkiye'de bulunan üniversitelerin otuz farklı bölümünün sıralandığı çalışmada üç ana kriter ve on iki alt kriter kullanılmıştır.

Güngör vd. (2009) yaptıkları çalışmalarında, personel seçimi probleminin çözümünde BAHP uygulamışlardır. Personel seçim süreci üç ana kriter ve on yedi alt kritere ayrılmış, üçgensel bulanık sayılar ve Yager'in ağırlıklandırma metodu kullanılmıştır.

Aydın (2009) BAHP kullanarak yaptığı çalışmasında, Ankara'da bulunan beş alternatif bölge içerisinde hastane yapımı için en uygun yeri seçmeyi amaçlamıştır. Alternatif bölgeler altı kriter ve on sekiz alt kriter açısından değerlendirilmiştir. Çalışmada üçgensel bulanık sayılar kullanılmıştır.

Ertuğrul ve Karakaşoğlu (2009), Borsa İstanbul'da bulunan on beş çimento firmasının performans değerlendirmesini yapmak amacıyla BAHP ve TOPSIS yöntemlerini kullanmışlardır. BAHP kriter ağırlıklarının hesaplanması sırasında uygulanmıştır. TOPSIS metodu ise firmaların sıralanması işleminde kullanılmıştır.

Majumdar (2010) tarafından yapılan çalışmada, tekstil sanayiinde hammadde seçimi amacıyla BAHP yöntemi uygulanmıştır. Otuz üç alternatif üç ana kriter ve altı alt kriter açısından incelenerek sıralama yapılmıştır.

Samvedi vd. (2012), BAHP ve gri ilişki analizi yöntemlerini birlikte kullanarak takım tezgâhı seçimi yapmışlardır. BAHP'nin kriter ağırlıklandırma kullanıldığı çalışmada, dört alternatifin sıralanması işlemi gri ilişki analizi ile gerçekleştirilmiştir.

Paksoy vd. (2012), Türkiye'de faaliyet gösteren bir bitkisel yağ üreticisi firmanın dağıtım kanalı yönetiminde organizasyonel strateji geliştirme amacıyla BAHP ve Hiyerarşik Bulanık TOPSIS yöntemlerinden faydalanmışlardır. Süreç dört ana kriter ve yirmi üç alt kritere ayrılarak, beş strateji arasında sıralama yapılmıştır. Kriterlerin ve alt kriterlerin ağırlıkları BAHP ile hesaplanmış, sıralama işlemi ise Hiyerarşik Bulanık TOPSIS ile gerçekleştirilmiştir.

Maylan vd. (2014), BAHP ve BTOPSIS metodolojilerini birlikte kullanarak inşaat projesi seçimi ve risk değerlendirmesi yapmışlardır. BAHP'nin kriter ağırlıklandırma kullanıldığı çalışmada, otuz adet proje beş ayrı kriter açısından incelenmiş ve uygun çözüm bulunmuştur.

Junior vd. (2014), otomotiv endüstrisinde tedarikçi seçim probleminde BAHP ve BTOPSIS yöntemlerini kıyaslamışlardır. Beş kriter açısından beş alternatif incelenmiştir. Çalışmanın sonunda her iki yöntemin bu problemin çözümü için uygun olmasının yanında, yöntemlerin sonuca ulaşma hızı, karmaşıklık gibi noktalarda farklılık gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

İpekçi Çetin vd. (2014), BAHP kullanarak bir inşaat firmasının konut inşaatı için arsa seçim problemi üzerinde çalışmışlardır. Alternatif dört arsa, arsa özellikleri ve bulundukları bölgenin özellikleri şeklinde iki ana kriter ve bunlara bağlı on alt kriter üzerinden değerlendirilmiştir.

Turskis vd. (2015), BAHF ve BWASPAS tabanlı hibrit bir model geliştirerek bir alışveriş merkezi için uygun yeri bulmayı amaçlamışlardır. Kriter ağırlıklarının hesaplanmasında BAHF, en uygun alternatifin belirlenmesinde ise BWASPAS yöntemi kullanılmıştır.

Nguyen vd. (2015), imalat sanayiinde faaliyet gösteren bir işletme için esneklik ve verimlilik açısından hayati öneme sahip uygun takım tezgâhı seçiminde BAHF ve BCOPRAS tabanlı bir yaklaşım önermişlerdir. Belirlenen on kriterin ağırlıklandırılması BAHF ile dört alternatif arasından seçim yapılması ise BCOPRAS ile gerçekleştirilmiştir.

Akkaya vd. (2015) endüstri mühendisliği öğrencilerinin sektör seçimi problemini ele aldıkları çalışmalarında, BAHF ve BMOORA yöntemlerini kullanmışlardır. Türkiye'deki farklı üniversitelerde eğitim gören altmış öğrenciyle iletişime geçerek yaptıkları çalışmalarında yedi farklı sektörü on kritere göre değerlendirmiş ve avantajlarına göre sıralamışlardır. Çalışmada BAHF kriter ağırlıklandırma işleminde, BMOORA ise sıralama işleminde kullanılmıştır.

Kumar vd. (2015), Hindistan'da faaliyet gösteren telekomünikasyon şirketlerinin müşteriler tarafından tercih edilmelerini analiz etme ve verimliliklerini ölçmek amacıyla hibrit bir BAHF ve DEA yaklaşımı sunmuşlardır. Çalışmada BAHF kriter ağırlıklandırma amacıyla, DEA ise verimlilik ölçümünde kullanılmıştır.

Chen vd. (2015), BAHF ve bulanık kapsamlı değerlendirme tabanlı öğretim performansını değerlendirmeyi ve bu konuda bir çerçeve sunmayı amaçlayan bir çalışma yapmışlardır. Altı ana kriter ve on dört alt kriter belirlenmiş ve ağırlıkları BAHF ile hesaplanmıştır.

Abdullah ve Zulkifli (2015) daha etkili sonuç elde edebilmek adına BAHF, ve aralık tip-2 BDEMATEL yöntemlerini entegre bir şekilde insan kaynakları yönetiminde kullanmışlardır. Üç ana kriter ve sekiz alt kritere ait ağırlıklar BAHF ile hesaplanmıştır.

Beskese vd. (2015), BAHF ve BTOPSIS kullanarak İstanbul için çöp toplama sahası yer seçimi problemine çözüm aramışlardır. Probleme dört ana kriter ve on iki alt kriter belirlenerek üç alternatif bölgeden birinin seçilmesi amaçlanmıştır. Kriter ve alt kriterlere ait ağırlıklar BAHF ile alternatifler arasından seçim işlemi ise BTOPSIS ile gerçekleştirilmiştir.

Lee ve Seo (2016) bulut servis seçim problemine BSC, BAHP ve BDELPHI metodlarını kullanarak hibrit bir model önermişlerdir. Dört BSC kriteri BDELPHI metodu ile yirmi alt kriterle ayrılmış, tüm kriterler BAHP ile ağırlıklandırılmış ve beş alternatiften en yüksek ağırlığa sahip olanı tercih edilmiştir.

Çakır ve Özdemir (2016), “bulanık çok kriterli karar verme yöntemlerinin altı sigma projeleri seçiminde uygulanması” başlıklı makalelerinde BVIKOR, BTOPSIS, BCOPRAS, BAHP ve Copeland yöntemlerini kullanarak büyük ölçekli bir üretim işletmesinde uygun proje seçimini yapmayı amaçlamışlardır. Kriter ağırlıkları BAHP ile belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar BVIKOR, BTOPSIS, BCOPRAS yöntemlerinde kullanılmıştır. Bu üç yöntemle elde edilen sıralamalar Copeland ile birleştirilerek, en iyi proje önerisinde bulunulmuştur.

Zyoud vd. (2016), gelişmekte olan ülkelerde su kaybı yönetimi için entegre bir BAHP ve BTOPSIS metodu kullanmışlardır. Belirlenen dört ana kriter ve on alt kriterin ağırlıkları BAHP ile belirlemiş, BTOPSIS yardımıyla seçenekler sıralanmıştır.

Tavana vd. (2016), tersine lojistik faaliyetlerinde dış kaynak kullanımını azaltmak için SWOT ve BAHP tabanlı bir model sunmuşlardır. SWOT analizi kriterlerinin ana kriter olarak kullanıldığı çalışmada, bunlara bağlı yirmi bir alt kriter belirlenmiş ve BAHP metoduyla çözüme gidilmiştir.

Denizhan vd. (2017), “AHP ve BAHP yöntemlerini kullanarak yeşil tedarikçi seçimi” başlıklı çalışmalarında makine imalatı yapan firmaları tedarikçi seçimi problemi ele alınmıştır. Altı ana kriter ve yirmi alt kriter belirlenmiş, üç alternatiften birinin seçilmesi amaçlanmıştır. Hem AHP hem de BAHP ile çözülen problemin sonuçları tartışılmıştır.

Kumar vd. (2017), BAHP ve bulanık çok amaçlı doğrusal programlama modeli kullanarak sürdürülebilir tedarik zinciri problemi konusunda otomotiv endüstrisinde bir uygulama yapmışlardır. Belirlenen sekiz kriterle ait kriter ağırlıkları BAHP ile belirlenmiştir.

Çalık ve Paksoy (2017) çalışmalarında, şirketlerin üçüncü parti tersine lojistik firma seçimi problemi için aralık tip-2 BAHP yöntemini kullanmışlardır. Üç farklı firma yedi kriter açısından değerlendirilmiş ve en uygun olanı tespit edilmeye çalışılmıştır.

Modak vd. (2017), Hindistan’da kömür madenciligi sektöründe dış kaynak kullanım kararının değerlendirilmesi için BSC ve BAHP kullanmışlardır. Dört BSC kriterinin ana kriter olarak belirlendiği çalışmada, on bir alt kriter oluşturulmuştur. BAHP ile çözüme gidilmiştir.

Şişman (2017) otomotiv sektöründe uyguladığı çalışmasında, hata türü etkileri analizinde BAHP ve BVIKOR yöntemleriyle risk değerlendirmesi yapmıştır. Çalışmada risk faktörlerine ilişkin önem ağırlıkları BAHP yöntemiyle, hata türlerinin risk önceliği ise BVIKOR yöntemiyle sıralanmıştır.

Pandey ve Kumar (2017), entegre bir BAHP ve BDEMATEL yöntemi kullanarak insan kaynakları bilim ve teknoloji kriterlerini değerlendirmişlerdir. Çalışmada BAHP yöntemi kriter ağırlıklarını hesaplamak için, BDEMATEL yöntemi de kriterler arası ilişkiyi kurmak için kullanılmıştır.

Yılmaz ve Şenol (2017), BAHP ve BTOPSIS modellerini iş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirme sürecine uygulamışlardır. Çalışmada metal sanayiinde faaliyet gösteren bir işletmede, öncelikle atölye ortamındaki tehlikeler tespit edilerek kriterler arası ikili kıyaslamalar BAHP ile yapılmıştır. Buradan elde edilen kriter ağırlıklarından faydalanılarak da BTOPSIS metodu ile tehlikeler önceliklendirilmiştir.

Saraçoğlu ve Dağıstanlı (2017), pek çok çalışmada olduğu gibi tedarikçi seçimi problemiyle ilgilenmişlerdir. BAHP ve VIKOR yöntemlerini kullanarak bir bağlantı elemanları firmasında uygulama yapmışlardır. Belirlenen dört ana kriter ve on dokuz alt kriterin ağırlıkları BAHP ile hesaplanmış ve on iki tedarikçi alternatifi VIKOR ile sıralanmıştır.

Dinç vd. (2018), kentsel ulaşım için alternatif tramvay araçlarının seçilmesi problemine çözüm aramışlardır. Dört alternatif, sekiz kriter açısından değerlendirilmiştir. AHP ve BAHP yöntemlerinin kullanıldığı çalışmada, her iki yöntemle elde edilen sonuçlar kıyaslanmış ve sıralamada bir farklılık olmamakla birlikte, önem ağırlıklarının değiştiği gözlenmiştir.

Jain vd. (2018), Hindistan otomotiv endüstrisinde BAHP ve BTOPSIS kullanarak tedarikçi seçimi yapmışlardır. Çalışmada üç ayrı alternatif sekiz kriter açısından değerlendirilmiştir. Kriter ağırlıkları, BAHP ile tedarikçilerin sıralanması ise hem BTOPSIS hem de BAHP ile gerçekleştirilmiş ve farklı sıralamalar elde edilmiştir.

ALTINCI BÖLÜM

UYGULAMA

6.1. BAHP İLE YEM SEÇİMİNİN YAPILMASI

Bu çalışmada, Türkiye’de ahır hayvancılığının yoğun şekilde yapıldığı Konya ilinde bulunan üreticilerin süt yemi (21 Protein-2700kj enerji, pelet yem) seçim kararlarını etkileyen durumlar incelenmiş, yem seçimi problemi BAHP yaklaşımı kullanılarak beş ana kriter ve bunlara bağlı yirmi bir alt kriterle değerlendirilmiştir. Ardından dört ayrı yem markasından en uygun olanının seçimi yapılmıştır. Çalışmada kullanılan değerlendirme kriterleri, literatürdeki ÇKKV prensipleri kullanılarak çözülen tedarikçi seçimi çalışmaları (tablo 6) incelenerek (literatürde yem seçimi ile ilgili çalışmaya ulaşılamamıştır.) ve sektörde faaliyet gösteren biri aynı zamanda üç farklı yem markasının bayiliğini yapan beş süt üreticisi ve bir süt toplayıcısı olmak üzere toplam altı kişiyle yapılan ikili görüşmeler sonucunda oluşturulmuştur.

Tablo 6. Kriter Belirlemede Örnek Çalışmalar Tablosu

Yazar	Yıl	Çalışmanın Konusu	Yöntem	Kriterler
Kahraman vd.	2003	Tedarikçi Seçimi	BAHP	Tedarikçi Profili Ürün Performansı Servis Performansı
Chan-Kumar	2007	Tedarikçi Seçimi	BAHP	Maliyet Kalite Servis Performansı Tedarikçi Profili Risk Faktörleri
Junior vd.	2014	Tedarikçi Seçimi	BAHP- BTOPSIS	Kalite Fiyat Teslimat Tedarikçi Profili Tedarikçi İlişkileri
Denizhan vd.	2017	Yeşil Tedarikçi Seçimi	AHP-BAHP	Kalite Maliyet Teslimat Hizmet Teknik Kriterler Yeşil Kriterler
Saraçoğlu-Dağıstanlı	2017	Tedarikçi Seçimi	BAHP-VIKOR	Yönetim Servis Ürün Dökümantasyon

Kriter ve alternatiflerin ağırlıklandırmaları ise tablo 7’de verilen uzmanlardan ilk üç ile birlikte oluşturulmuştur.

Tablo 7. Uzmanlar ve Nitelikleri

Uzman Adı	Niteliği
Uzman 1	Süt Üreticisi/Yem Bayisi
Uzman 2	Süt Toplayıcısı
Uzman 3	Süt Üreticisi
Uzman 4	Süt Üreticisi
Uzman 5	Süt Üreticisi
Uzman 6	Süt Üreticisi

6.1.1. Ana Kriterler, Alt Kriterler ve Alternatiflerin Belirlenmesi

BAHP yönteminin uygulanabilmesi için ilk olarak problemin, değerlendirme kriterlerinin ve alternatiflerin belirlenmesi gerekir. Bu bağlamda yem seçim problemi için beş ana kriter, bu kriterlere ait yirmi bir alt kriter (tablo 8) ve dört alternatif belirlenmiş ardından şekil 14’de bulunan hiyerarşik yapı oluşturulmuştur.

Tablo 8. Ana Kriterler ve Alt Kriterler

Ana Kriterler	Alt Kriterler
Fiyat (F)	Ürün Fiyatı (F1)
	Alım Miktarına Göre İndirim Düzeyi (F2)
	Ödeme Süresi Esnekliği (F3)
	Sektördeki Hammadde Fiyat Dalgalanmalarının Ürün Fiyatına Yansıma Süresi (F4)
Teslimat (T)	Zamanında ve Hatasız Teslim (T1)
	Adrese Teslim (T2)
	Güvenli Teslim (T3)
Hizmet (H)	Ulaşılabilirlik ve Muhatap Bulma (H1)
	Dağıtıcı Firmanın Tutumu (H2)
	İade Alma (H3)
	Bilgi Alış Verişi (H4)
	Sorun Çözme Kabiliyeti (H5)
Kalite (K)	Hatalı Ürün Gönderme Oranı (K1)
	Kalite Standartlarına Uygunluk (K2)
	Süt Verimini Artırma Kabiliyeti (K3)
	Üreme Yeteneğine Etkisi (K4)
Marka (M)	Markanın Tanınırlığı (M1)
	Güvenilirlik Referansı (M2)
	Sosyal Sorumluluk Projeleri (M3)
	Çevre Duyarlılığı (M4)
	Promosyon Faaliyetleri (M5)

Belirlenen kriter ve alt kriterlerin karar verme süreci açısından önemi aşağıda açıklanmıştır.

FİYAT (F): Ürün fiyatı, alım miktarına göre indirim düzeyi, ödeme süresi esnekliği, sektördeki hammadde fiyat dalgalanmalarının ürün fiyatına yansımaya süresi alt kriterlerinden oluşan ve kârlılığı doğrudan etkileyen bir kriterdir.

Ürün Fiyatı (F1): Ürünün en uygun fiyata temin edilmesi, maliyetlerin azalması için her sektörde olduğu gibi hayvancılık sektöründe de istenen ve tercih edilen bir durumdur.

Alım Miktarına Göre İndirim Düzeyi (F2): Toplu alımlarda yapılan indirim miktarları maliyeti önemli düzeyde etkilediği bilinmektedir.

Ödeme Süresi Esnekliği (F3): Üreticiler bazı dönemlerde çeşitli sebeplerle yem satın aldıkları firmalardan esnek ödeme süreleri talep edebilmektedir. Bu isteğe olumlu yanıt verebilen firmaların tercih edilme eğilimleri artmaktadır.

Sektördeki Hammadde Fiyat Dalgalanmalarının Ürün Fiyatına Yansımaya Süresi (F4): Yem maddelerinin tarımsal üretiminin yetersiz olması, mısır, soya gibi yem üretiminde kullanılan ürünlerin ithal edilen ürünler olması, döviz kurunda yaşanan hareketlilik, ürünlere getirilen gümrük vergileri vb. nedenlerden dolayı ürün fiyatının artması söz konusu olmaktadır.

TESLİMAT (T): Zamanında ve hatasız teslim, adrese teslim, güvenli teslim alt kriterlerinden oluşmaktadır.

Zamanında ve Hatasız Teslim (T1): Vaktinden önce gelen ürünlerin depolama yönünden üreticilere bir külfet oluşturduğu muhakkaktır. Bunun yanında gecikmeli gelmesi de yemin yerine konabilecek bir alternatif olmadığı için üreticileri sıkıntıya düşürecektir. Ürünün yanlış ya da eksik gelmesi de zaman ve emek israfına yol açacaktır ve bu da istenmeyen bir durumdur.

Adrese Teslim (T2): Üreticiler işletmelerinin büyüklüklerine göre günlük belli miktarlarda yem kullanmaktadırlar. Bu miktar ay bazında düşünüldüğünde tonlarca yem anlamına gelmektedir. Dolayısıyla yüksek nakliye masrafları oluşmaktadır. Böyle bir ortamda firmaların adrese teslim yapması üreticilerin tercih kararlarını etkileyen bir harekettir.

Güvenli Teslim (T3): Satın alınan ürünlerin taşınma sırasında yüksek sıcaklık, nem gibi ürüne zarar verecek şartlardan korunması, hem yem üreticileri hem de süt üreticileri açısından önemli bir durumdur.

HİZMET (H): Ulaşılabilirlik ve muhatap bulma, dağıtıcı firmanın tutumu, iade alma, bilgi alış verişi, sorun çözme kabiliyeti alt kriterlerinden oluşmaktadır.

Ulaşılabilirlik ve Muhatap Bulma (H1): Süt üreticilerinin ürünün kalitesi, fiyatı veya teslimatı ile ilgili yaşadıkları herhangi bir problemle ilgili firmaların ulaşılabilir olması gerekmektedir.

Dağıtıcı Firmanın Tutumu (H2): Yem firmaları süt üreticileriyle doğrudan muhatap olabildikleri gibi, bu işlemi dağıtıcı firmalar aracılığıyla da yapabilmektedirler. Süt üreticileriyle birebir ilişki halinde olan dağıtıcılar yem üreticisi firmaların pazardaki etkinliklerini etkilemektedir.

İade Alma (H3): Yemlerde herhangi bir sorunla karşılaşılması halinde iade ihtiyacı doğabilmektedir.

Bilgi Alış Verişi (H4): Üretici firmaların ürün içerikleri, kullanımından kaynaklanan sorunlar, fiyatları veya teslimatları ile ilgili müşterileriyle bilgi alışverişinde bulunmaları tercih edilen bir durumdur.

Sorun Çözme Kabiliyeti (H5): İletilen sorunlara hızlı ve kalıcı çözümlerin bulunması firmaların imajını etkileyen bir durumdur.

KALİTE (K): Hatalı ürün gönderme oranı, kalite standartlarına uygunluk, süt verimini artırma kabiliyeti, üreme yeteneğine etkisi alt kriterlerinden oluşmaktadır.

Hatalı Ürün Gönderme Oranı (K1): Ürünlerin cinsinin veya miktarının hatalı gönderilmesi zaman ve maliyet açısından istenmeyen bir durumdur.

Kalite Standartlarına Uygunluk (K2): Firmaların sahip oldukları ISO 9001 kalite yönetim sistemi, ISO 22000 gıda güvenliği yönetim sistemi, ISO 14001 çevre yönetim sistemi, OHSAS 18001 iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemi gibi kalite standartlarının süt üreticileri için önemini ölçmek amacıyla eklenmiş bir kriterdir.

Süt Verimini Artırma Kabiliyet (K3)i: Yemlerin süt verimini artırma kabiliyeti farklılık gösterebilmektedir. Bu nedenle uygun ürünün tercihi sürecinde göz önünde bulundurulması gereken bir kriterdir.

Üreme Yeteneğine Etkisi (K4): Bazı yemler hayvanı daha çok süt üretimine yönlendirerek üreme yeteneğini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Oysaki süt üreticileri için yüksek miktarda süt üretmek kadar dünyaya gelecek buzağılarla işletmelerinin devamlılığının sağlanması da önemlidir.

MARKA (M): Markanın tanınırlığı, güvenilirlik referansı, sosyal sorumluluk projeleri, çevre duyarlılığı, promosyon faaliyetleri alt kriterlerinden oluşmaktadır.

Markanın Tanınırlığı (M1): Yem markalarının sektörde faaliyet gösterme süreleri, o bölgede tanınma oranı gibi özellikleri tercih edilme durumlarını etkileyebilmektedir.

Güvenilirlik Referansı (M2): Ürünü önceden denemiş güvenilir kişilerin referansı, tercih eğilimini etkileyebilen bir durumdur.

Sosyal Sorumluluk Projeleri (M3): Herhangi bir yem üreticisi firmanın bir sosyal sorumluluk projesinde yer almasının üreticilerin tercih eğilimlerine etkisini görmek amacıyla eklenmiş bir kriterdir.

Çevre Duyarlılığı (M4): Son zamanlarda daha da konuşulur hale gelen üretimde çevreci yöntemlerin kullanılması konusunun süt üreticilerinin yem tercihlerine etkisini görmek amacıyla eklenmiş bir kriterdir.

Promosyon Faaliyetleri (M5): Yem firmaları zaman zaman promosyon faaliyetlerine başvurmaktadırlar.

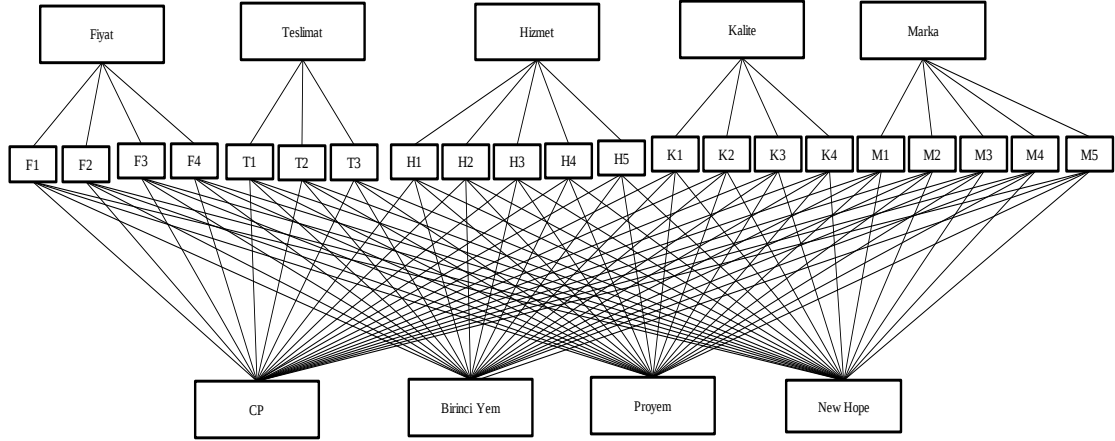
Alternatifler CP, Birinci Yem, Proyem, New Hope marka yemlerdir.

CP (A1), sektörde uzun yıllardır faaliyet gösteren tanınmış bir markanın ürünüdür.

Birinci Yem (A2), bölgede üretim yapan, uzun zamandır farklı alanlarda faaliyet gösteren, ancak yem sektöründe yeni sayılabilecek bir markanın ürünüdür.

Proyem (A3), sektörde uzun zamandır faaliyet gösteren birkaç üretim tesisinden birisi bölgede bulunan bir markanın ürünüdür.

New Hope (A4), uzun zamandır bu alanda üretim yapmasına karşın, Türkiye pazarındaki geçmişi birkaç yıl öncesine dayanan bir markanın ürünüdür.



Şekil 14. Problemin Hiyerarşik Yapısı

6.1.2. İkili Karşılaştırmaların Yapılması

Hiyerarşik yapısı şekil 14'te verilen problemin değerlendirilmesi üç kişilik uzman ekip tarafından yapılmıştır. Uzman ekipten bulanık sayıların sözel karşılıklarını kullanarak değerlendirme yapmaları istenmiştir (Ek 1). Bu şekilde kriterlerin, alt kriterlerin ve her bir kriter ve alt kritere göre alternatiflerin önem derecelerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Uygulanan anket sayısı ile ilgili literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde, en önemli şartın örneklem büyüklüğünden ziyade örneklemin ana kütleyi temsil etmesi olduğu görülmüştür. Kaplan ve Arıkan (2012), hava savunma sektöründe tezgâh yatırım projelerini değerlendirdikleri çalışmalarında 6 uzmanın, Saraçoğlu ve Dağıstanlı (2017), bir bağlantı elemanları firmasında tedarikçi seçimi problemi için 5 uzmanın, Yılmaz ve Şenol (2017), iş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirme sürecinde yaptıkları çalışmalarında 3 uzmanın, Tavana vd. (2016) tersine lojistik faaliyetlerinde dış kaynak kullanımını azaltma konulu çalışmalarında 5 uzmanın, Nguyen vd. (2015), imalat sanayiinde faaliyet gösteren bir işletme için takım tezgâhı seçiminde 3 kişilik uzman ekibin görüşüne başvurmuşlardır. Bu durumda bu çalışmada için 3 kişilik uzman ekip yeterli görülmüştür.

Değerlendirmede başvuru uzman görüşlerinin grup yargısına dönüştürülmesi için en iyi yol, uzman görüşlerinin geometrik ortalamasının alınmasıdır (Saaty, 2008: 95). Bu yüzden uzman görüşleri geometrik ortalama kullanılarak birleştirilmiştir. Geometrik ortalama alınması işlemi kısa bir örnekle açıklanacak olursa; 3 katılımcının vermiş olduğu cevaplar aşağıdaki gibi olsun. Anketlerdeki değerlerin geometrik ortalamasının hesaplanması ve ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması aşağıdaki örneğe benzer şekilde yapılmıştır (Yacan, 2016: 42).

1.Uzman: Denk Önemli (2/3, 1, 3/2)

2.Uzman: Önemli (3/2, 2, 5/2)

3.Uzman: Çok Önemli (5/2, 3, 7/2)

$$l = \sqrt[3]{\frac{2}{3} \times \frac{3}{2} \times \frac{5}{2}} = 1,357$$

$$m = \sqrt[3]{1 \times 2 \times 3} = 1,817$$

$$u = \sqrt[3]{\frac{3}{2} \times \frac{5}{2} \times \frac{7}{2}} = 2,358$$

M= (1,357; 1,817; 2,235) değerlerine ait üçgensel bulanık sayı “Önemli” değerine karşılık gelen M=(3/2, 2, 5/2) sayısı olarak problemin çözümünde kullanılır.

Ana Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması

Ana kriterlere ait ikili karşılaştırma matrisi tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9. Ana Kriterlere Ait İkili Karşılaştırma Matrisi

Ana Kriterler	Fiyat	Teslimat	Hizmet	Kalite	Marka
Fiyat	1 1 1	1,5 2 2,5	1,5 2 2,5	0,4 0,5 0,67	1,5 2 2,5
Teslimat	0,4 0,5 0,67	1 1 1	0,67 1 1,5	0,4 0,5 0,67	1,5 2 2,5
Hizmet	0,4 0,5 0,67	0,67 1 1,5	1 1 1	0,4 0,5 0,67	0,67 1 1,5
Kalite	1,5 2 2,5	1,5 2 2,5	1,5 2 2,5	1 1 1	1,5 2 2,5
Marka	0,4 0,5 0,67	0,4 0,5 0,67	0,67 1 1,5	0,4 0,5 0,67	1 1 1

6.1.3. Bulanık Sentetik Değerin Bulunması

Bulanık sentetik değer S_i ile ifade edilir ve eşitlik (5.2)’ye göre hesaplanır.

$$S_i = \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \otimes \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{gi}^j \right]^{-1}$$

Tablo 10’den anlaşılacağı üzere ilk olarak ikili karşılaştırma matrisinde bulunan her bir kriterin l, m, u değerleri eşitlik (4.25)’de verilen üçgensel bulanık sayılarda

toplama işlemi prensiplerine göre eşitlik (5.3)'deki gibi satır bazında toplanır. Daha sonra da satır toplamları eşitlik (5.4)'de olduğu gibi sütun bazında toplanır.

Fiyat ana kriterine ait satır toplamını örnek olarak verecek olursak:

$$\sum l = (1+1,5+1,5+0,4+1,5)=5,90$$

$$\sum m = (1+2+2+0,5+2)=7,5$$

$$\sum u = (1+2,5+2,5+0,67+2,5)=9,17$$

Tablo 10. İkili Karşılaştırma Matrisi Satır ve Sütun Değerleri Toplamı

	$\sum l$	$\sum m$	$\sum u$
Fiyat	5,90	7,50	9,17
Teslimat	3,97	5,00	6,33
Hizmet	3,13	4,00	5,33
Kalite	7,00	9,00	11,00
Marka	2,87	3,50	4,50
$\sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 M_{ji}^l$	22,87	29,00	36,33

Fiyat ana kriterine ait bulanık sentetik değer hesabı eşitlik (4.27) ve eşitlik (4.29)'da ifade edildiği gibi (üçgensel bulanık sayılarda çarpma ve tersini alma işlemleri) aşağıdaki şekilde yapılmıştır.

$$S_{fiyat} = (5,90; 7,50; 9,17) \otimes (22,87; 29,00; 36,33)^{-1}$$

$$S_{fiyat} = (5,90/36,33; 7,50/29; 9,17/22,87)$$

$$S_{fiyat} = (0,16; 0,26; 0,40)$$

Teslimat ana kriterine ait bulanık sentetik değer:

$$S_{teslimat} = (3,97; 5,00; 6,33) \otimes (22,87; 29,00; 36,33)^{-1}$$

$$S_{teslimat} = (3,97/36,33; 5/29; 6,33/22,87)$$

$$S_{teslimat} = (0,11; 0,17; 0,28)$$

Hizmet ana kriterine ait bulanık sentetik değer:

$$S_{Hizmet}=(3,13; 4,00; 5,33) \otimes (22,87; 29,00; 36,33)^{-1}$$

$$S_{Hizmet}=(3,13/36,33; 4/29; 5,33/22,87)$$

$$S_{Hizmet}=(0,09; 0,14; 0,23)$$

Kalite ana kriterine ait bulanık sentetik değer:

$$S_{Kalite}=(7,00; 9,00; 11,00) \otimes (22,87; 29,00; 36,33)^{-1}$$

$$S_{Kalite}=(7/36,33; 9/29; 11/22,87)$$

$$S_{Kalite}=(0,19; 0,31; 0,48)$$

Marka ana kriterine ait bulanık sentetik değer:

$$S_{Marka}=(2,87; 3,50; 4,50) \otimes (22,87; 29,00; 36,33)^{-1}$$

$$S_{Marka}=(2,87/36,33; 3,50/29; 4,50/22,87)$$

$$S_{Marka}=(0,08; 0,12; 0,20)$$

Hesaplanan sentetik değerlere ait özet tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11. Ana Kriterlere Ait Sentetik Değerler

Kriter	Si		
Fiyat	0,16	0,26	0,4
Teslimat	0,11	0,17	0,28
Hizmet	0,09	0,14	0,23
Kalite	0,19	0,31	0,48
Marka	0,08	0,12	0,2

6.1.4. Olabilirlik Derecesinin Hesaplanması

Bir önceki aşamada elde edilen sentetik değerler kullanılarak eşitlik (5.6)’de ifade edilen ($S_i=(l_i, m_i, u_i)$ ve $S_j=(l_j, m_j, u_j)$) $S_j \geq S_i$ ’nin olabilirlik derecesi, eşitlik (5.7) yardımıyla aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$V(S_j \geq S_i) = \sup_{y \geq x} \left[\min \left(\mu_{S_i}(x), \mu_{S_j}(y) \right) \right]$$

$$V(S_j \geq S_i) = \text{hgt}(S_i \cap S_j) = \mu_{M_j}(d) = \begin{cases} 1, & m_j \geq m_i \\ 0, & l_i \geq u_j \\ \frac{(l_i - u_j)}{(m_j - u_j) - (m_i - l_i)}, & \text{d. d.} \end{cases}$$

Fiyat Kriterinin Olabilirlik Derecesi Hesabı:

$$V(S_F \geq S_T) = 1$$

$$V(S_F \geq S_H) = 1$$

$$V(S_F \geq S_K) = 0,808$$

$$V(S_F \geq S_M) = 1$$

$$\text{Min}V(S_F \geq S_T, S_H, S_K, S_M) = \text{Min}(1; 1; 0,808; 1) = 0,808$$

Teslimat Kriterinin Olabilirlik Derecesi Hesabı:

$$V(S_T \geq S_F) = 0,571$$

$$V(S_T \geq S_H) = 1$$

$$V(S_T \geq S_K) = 0,391$$

$$V(S_T \geq S_M) = 1$$

$$\text{Min}V(S_T \geq S_F, S_H, S_K, S_M) = \text{Min}(0,571; 1; 0,391; 1) = 0,391$$

Hizmet Kriterinin Olabilirlik Derecesi Hesabı:

$$V(S_H \geq S_F) = 0,368$$

$$V(S_H \geq S_T) = 0,8$$

$$V(S_H \geq S_K) = 0,190$$

$$V(S_H \geq S_M) = 1$$

$$\text{Min}V(S_H \geq S_F, S_T, S_K, S_M) = \text{Min}(0,368; 0,8; 0,190; 1) = 0,190$$

Kalite Kriterinin Olabilirlik Derecesi Hesabı:

$$V(S_K \geq S_F) = 1$$

$$V(S_K \geq S_T) = 1$$

$$V(S_K \geq S_H) = 1$$

$$V(S_K \geq S_M) = 1$$

$$\text{MinV}(S_K \geq S_F, S_T, S_H, S_M) = \text{Min}(1; 1; 1; 1) = 1$$

Marka Kriterinin Olabilirlik Derecesi Hesabı:

$$\text{V}(S_M \geq S_F) = 0,222$$

$$\text{V}(S_M \geq S_T) = 0,643$$

$$\text{V}(S_M \geq S_H) = 0,846$$

$$\text{V}(S_M \geq S_K) = 0,05$$

$$\text{MinV}(S_F \geq S_T, S_H, S_K, S_M) = \text{Min}(1; 1; 0,808; 1) = 0,05$$

Hesaplanan olabilirlik dereceleri tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12. Ana Kriterlere Ait Olabilirlik Dereceleri

Kriter	Olabilirlik Derecesi
Fiyat	0,808
Teslimat	0,391
Hizmet	0,19
Kalite	1
Marka	0,05

6.1.5. Ağırlık Vektörünün Hesaplanması

Eşitlik (5.9)’daki gibi ağırlık vektörü hesaplanır. Ardından eşitlik (5.10)’da ifade edildiği gibi normalize edilerek bulanık olmayan W vektörüne ($W=(d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T$) ulaşılır.

Bir önceki aşamada hesaplanan MinV değerleri, normalize olmayan ağırlık vektörünü oluşturur.

$$W'=(0,808; 0,391; 0,190; 1; 0,05)$$

Vektörün normalizasyon işlemi her bir elemanın elemanlar toplamına bölünmesi ile gerçekleşir. Normalize ağırlık vektörü (W) aşağıdaki gibidir.

$$W=(0,33; 0,16; 0,08; 0,41; 0,02)$$

Görüldüğü gibi en yüksek ağırlık %41 ile kalite kriterine aittir. Ardından %33 ile fiyat kriteri gelmektedir. Teslimat %16, hizmet %8 ve marka %2 ağırlığa sahiptir.

Alt Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması:

Ana kriter ağırlıklarının hesaplanmasının ardından her bir alt kritere ait ağırlıklar hesaplanır. Yukarıdaki şekilde yapılan hesaplamalar sonucu bulunan ağırlıklar aşağıda verilmiştir.

Fiyat Ana Kriterine Ait Alt Kriterler:

- i. Ürün Fiyatı (F1)
- ii. Alım Miktarına Göre İndirim Düzeyi (F2)
- iii. Ödeme Süresi Esnekliği (F3)
- iv. Sektördeki Hammaddede Fiyat Dalgalanmalarının Ürün Fiyatına Yansıma Süresi (F4)

Tablo 13. Fiyat Ana Kriterine Ait Alt Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisi

Fiyat	F1			F2			F3			F4		
F1	1	1	1	0,67	1	1,5	1,5	2	2,5	1,5	2	2,5
F2	0,67	1	1,5	1	1	1	0,67	1	1,5	1,5	2	2,5
F3	0,4	0,5	0,67	0,67	1	1,5	1	1	1	0,67	1	1,5
F4	0,4	0,5	0,67	0,4	0,5	0,67	0,67	1	1,5	1	1	1

Yukarıda ikili karşılaştırma matrisi verilen kriterlerin ağırlık vektörü; $W = (0,383; 0,321; 0,184; 0,112)$ olarak hesaplanmıştır. F1 %38,3; F2 %32,1; F3 %18,4; F4 %11,2 ağırlığa sahiptir.

Teslimat Ana Kriterine Ait Alt Kriterler:

- i. Zamanında ve Hatasız Teslim (T1)
- ii. Adrese Teslim (T2)
- iii. Güvenli Teslim (T3)

Tablo 14. Teslimat Ana Kriterine Ait Alt Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisi

Teslimat	T1			T2			T3		
T1	1	1	1	0,4	0,5	0,67	1,5	2	2,5
T2	1,5	2	2,5	1	1	1	1,5	2	2,5
T3	0,4	0,5	0,67	0,4	0,5	0,67	1	1	1

Yukarıda ikili karşılaştırma matrisi verilen kriterlerin ağırlık vektörü; $W = (0,34; 0,66; 0)$ olarak hesaplanmıştır. T1 kriteri %34, T2 kriteri %66, T3 kriteri ise %0 ağırlığa sahiptir.

Hizmet Ana Kriterine Ait Alt Kriterler:

- i. Dağıtıcı Firmanın Tutumu (H1)
- ii. Ulaşılabilirlik ve Muhatap Bulma (H2)
- iii. İade Alma (H3)
- iv. Bilgi Paylaşımı (H4)
- v. Sorun Çözme Kabiliyeti (H5)

Tablo 15. Hizmet Ana Kriterine Ait İkili Karşılaştırma Matrisi

Hizmet	H1	H2	H3	H4	H5
H1	1 1 1	0,67 1 1,5	0,67 1 1,5	1,5 2 2,5	0,67 1 1,5
H2	0,67 1 1,5	1 1 1	0,67 1 1,5	0,67 1 1,5	0,67 1 1,5
H3	0,67 1 1,5	0,67 1 1,5	1 1 1	0,67 1 1,5	0,4 0,5 0,67
H4	0,4 0,5 0,67	0,67 1 1,5	0,67 1 1,5	1 1 1	0,4 0,5 0,67
H5	0,67 1 1,5	0,67 1 1,5	1,5 2 2,5	1,5 2 2,5	1 1 1

Yukarıda ikili karşılaştırma matrisi verilen kriterlerin ağırlık vektörü; $W = (0,23; 0,19; 0,17; 0,14; 0,27)$ olarak hesaplanmıştır. H1 %23, H2 %19, H3 %17, H4 %14, H5 %27 ağırlığa sahiptir.

Kalite Ana Kriterine Ait Alt Kriterler:

- i. Hatalı Ürün Gönderme Oranı (K1)
- ii. Kalite Standartlarına Uygunluk (K2)
- iii. Süt Verimini Artırma Kabiliyeti (K3)
- iv. Üreme Yeteneğine Etkisi (K4)

Tablo 16. Kalite Ana Kriterine Ait Alt Kriterlerin İkili Karşılaştırma Matrisi

Kalite	K1			K2			K3			K4		
K1	1	1	1	1,5	2	2,5	0,4	0,5	0,67	0,4	0,5	0,67
K2	0,4	0,5	0,67	1	1	1	0,4	0,5	0,67	0,4	0,5	0,67
K3	1,5	2	2,5	1,5	2	2,5	1	1	1	0,67	1	1,5
K4	1,5	2	2,5	1,5	2	2,5	0,67	1	1,5	1	1	1

Yukarıda ikili karşılaştırma matrisi verilen kriterlerin ağırlık vektörü; $W = (0,21; 0; 0,395; 0,395)$ olarak hesaplanmıştır. K1 %21, K2 %0, K3 %39,5, K4 %39,5 ağırlığa sahiptir.

Marka Ana Kriterine Ait Alt Kriterler:

- i. Markanın Tanınırlığı (M1)
- ii. Güvenilirlik Referansı (M2)
- iii. Sosyal Sorumluluk Projeleri (M3)
- iv. Çevre Duyarlılığı (M4)
- v. Promosyon Faaliyetleri (M5)

Tablo 17. Marka Ana Kriterine Ait İkili Karşılaştırma Matrisi

Marka	M1			M2			M3			M4			M5		
M1	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	1,50	1,50	2,00	2,50	2,50	3,00	3,50	1,50	2,00	2,50
M2	0,67	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00	1,50	2,00	2,50	2,50	3,00	3,50	1,50	2,00	2,50
M3	0,40	0,50	0,67	0,40	0,50	0,67	1,00	1,00	1,00	0,67	1,00	1,50	0,40	0,50	0,67
M4	0,29	0,33	0,40	0,29	0,33	0,40	0,67	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00	0,40	0,50	0,67
M5	0,40	0,50	0,67	0,40	0,50	0,67	1,50	2,00	2,50	1,50	2,00	2,50	1,00	1,00	1,00

Yukarıda ikili karşılaştırma matrisi verilen kriterlerin ağırlık vektörü; $W = (0,40; 0,40; 0; 0; 0,20)$ olarak hesaplanmıştır. M1 %40, M2 %40, M3 ve M4 %0, M5 %20 ağırlığa sahip olduğu görülmektedir.

Tüm ana kriter ve alt kriterlere ait ağırlıkları bir araya getirdiğimizde aşağıdaki tablo 18 ortaya çıkmaktadır.

Tablo 18. Ana Kriter ve Alt Kriterlere Ait Ağırlıklar

Ana Kriterler	Ağırlık	Alt Kriterler	Ağırlık
Fiyat	0,33	Ürün Fiyatı	0,383
		Alım Miktarına Göre İndirim Düzeyi	0,321
		Ödeme Süresi Esnekliği	0,184
		Sektördeki Hammadde Fiyat Dalgalanmalarının Ürün Fiyatına Yansıma Süresi	0,112
Teslimat	0,16	Zamanında ve Hatasız Teslim	0,340
		Adrese Teslim	0,660
		Güvenli Teslim	0,000
Hizmet	0,08	Ulaşılabilirlik ve Muhatap Bulma	0,230
		Dağıtıcı Firmanın Tutumu	0,190
		İade Alma	0,170
		Bilgi Alış Verişi	0,140
		Sorun Çözme Kabiliyeti	0,270
Kalite	0,41	Hatalı Ürün Gönderme Oranı	0,210
		Kalite Standartlarına Uygunluk	0,000
		Süt Verimini Artırma Kabiliyeti	0,395
		Üreme Yeteneğine Etkisi	0,395
Marka	0,02	Markanın Tanınırlığı	0,400
		Güvenilir Referans	0,400
		Sosyal Sorumluluk Projeleri (M3)	0,000
		Çevre Duyarlılığı (M4)	0,000
		Promosyon Faaliyetleri (M5)	0,200

Kriter ve Alt Kriterlere Göre Alternatif Ağırlıkları:

Bu aşamada dört alternatif yem markasının ana kriterler ve alt kriterler açısından değerlendirilerek ağırlıkları hesaplanmıştır.

Tablo 19. Ürün Fiyatı Alt Kriterine Ait İkili Karşılaştırma Matrisi

F1	A1			A2			A3			A4		
A1	1	1	1	0,4	0,5	0,67	0,67	1	1,5	0,4	0,5	0,67
A2	1,5	2	2,5	1	1	1	1,5	2	2,5	0,4	0,5	0,67
A3	0,67	1	1,5	0,4	0,5	0,67	1	1	1	0,4	0,5	0,67
A4	1,5	2	2,5	1,5	2	2,5	1,5	2	2,5	1	1	1

Alternatiflere ait ağırlık vektörü $W=(0,030; 0,390; 0,040; 0,540)$ olarak hesaplanmıştır.

Tablo 20. Alım Miktarına Göre İndirim Düzeyi Alt Kriterine Ait İkili Karşılaştırma Matrisi

F2	A1			A2			A3			A4		
A1	1	1	1	0,4	0,5	0,67	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5
A2	1,5	2	2,5	1	1	1	1,5	2	2,5	1,5	2	2,5
A3	0,67	1	1,5	0,4	0,5	0,67	1	1	1	0,67	1	1,5
A4	0,67	1	1,5	0,4	0,5	0,67	0,67	1	1,5	1	1	1

Alternatiflere ait ağırlık vektörü $W=(0,164; 0,507; 0,164; 0,164)$ olarak hesaplanmıştır.

Tablo 21. Ödeme Süresi Esnekliği Alt Kriterine Ait İkili Karşılaştırma Matrisi

F3	A1			A2			A3			A4		
A1	1	1	1	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5
A2	0,67	1	1,5	1	1	1	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5
A3	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5	1	1	1	0,67	1	1,5
A4	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5	1	1	1

Alternatiflere ait ağırlık vektörü $W(0,25; 0,25; 0,25; 0,25)$ olarak hesaplanmıştır.

Tablo 22. Sektördeki Hammadde Fiyat Dalgalanmalarının Ürün Fiyatına Yansıma Süresi Alt Kriterine Ait İkili Karşılaştırma Matrisi

F4	A1			A2			A3			A4		
A1	1	1	1	0,4	0,5	0,67	0,4	0,5	0,67	0,4	0,5	0,67
A2	1,5	2	2,5	1	1	1	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5
A3	1,5	2	2,5	0,67	1	1,5	1	1	1	0,67	1	1,5
A4	1,5	2	2,5	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5	1	1	1

Alternatiflere ait ağırlık vektörü $W=(0,100; 0,300; 0,300; 0,300)$ olarak hesaplanmıştır.

Tablo 23. Zamanında ve Hatasız Teslim Alt Kriterine Ait İkili Karşılaştırma Matrisi

T1	A1			A2			A3			A4		
A1	1	1	1	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5
A2	0,67	1	1,5	1	1	1	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5
A3	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5	1	1	1	0,67	1	1,5
A4	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5	1	1	1

Alternatiflere ait ağırlık vektörü $W=(0,300; 0,100; 0,300; 0,300)$ olarak hesaplanmıştır.

Tablo 24. Adrese Teslim Alt Kriterine Ait İkili Karşılaştırma Matrisi

T2	A1			A2			A3			A4		
A1	1	1	1	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5
A2	0,67	1	1,5	1	1	1	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5
A3	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5	1	1	1	0,67	1	1,5
A4	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5	1	1	1

Alternatiflere ait ağırlık vektörü $W= (0,250; 0,250; 0,250; 0,250)$ olarak hesaplanmıştır.

Tablo 25. Güvenli Teslim Alt Kriterine Ait İkili Karşılaştırma Matrisi

T3	A1			A2			A3			A4		
A1	1	1	1	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5
A2	0,67	1	1,5	1	1	1	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5
A3	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5	1	1	1	0,67	1	1,5
A4	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5	1	1	1

Alternatiflere ait ağırlık vektörü $W= (0,250; 0,250; 0,250; 0,250)$ olarak hesaplanmıştır.

Tablo 26. Ulaşılabilirlik ve Muhatap Bulma Alt Kriterine Ait İkili Karşılaştırma Matrisi

H1	A1			A2			A3			A4		
A1	1	1	1	0,4	0,5	0,67	0,4	0,5	0,67	0,67	1	1,5
A2	1,5	2	2,5	1	1	1	0,67	1	1,5	1,5	2	2,5
A3	1,5	2	2,5	0,67	1	1,5	1	1	1	1,5	2	2,5
A4	0,67	1	1,5	0,4	0,5	0,67	0,4	0,5	0,67	1	1	1

Alternatiflere ait ağırlık vektörü $W= 0,110; 0,390; 0,390; 0,110)$ olarak hesaplanmıştır.

Tablo 27. Dağıtıcı Firmanın Tutumu Alt Kriterine Ait İkili Karşılaştırma Matrisi

H2	A1			A2			A3			A4		
A1	1	1	1	1,5	2	2,5	0,67	1	1,5	1,5	2	2,5
A2	0,4	0,5	0,67	1	1	1	0,4	0,5	0,67	0,4	0,5	0,67
A3	0,67	1	1,5	1,5	2	2,5	1	1	1	1,5	2	2,5
A4	0,4	0,5	0,67	1,5	2	2,5	0,4	0,5	0,67	1	1	1

Alternatiflere ait ağırlık vektörü $W = (0,400; 0; 0,400; 0,200)$ olarak hesaplanmıştır.

Tablo 28. İade Alma Alt Kriterine Ait İkili Karşılaştırma Matrisi

H3	A1			A2			A3			A4		
A1	1	1	1	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5
A2	0,67	1	1,5	1	1	1	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5
A3	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5	1	1	1	0,67	1	1,5
A4	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5	1	1	1

Alternatiflere ait ağırlık vektörü $W = (0,250; 0,250; 0,250; 0,250)$ olarak hesaplanmıştır.

Tablo 29. Bilgi Alış Verişi Alt Kriterine Ait İkili Karşılaştırma Matrisi

H4	A1			A2			A3			A4		
A1	1	1	1	1,5	2	2,5	0,67	1	1,5	2,5	3	3,5
A2	0,4	0,5	0,67	1	1	1	0,4	0,5	0,67	1,5	2	2,5
A3	0,67	1	1,5	1,5	2	2,5	1	1	1	2,5	3	3,5
A4	0,29	0,33	0,29	0,4	0,5	0,67	0,29	0,33	0,4	1	1	1

Alternatiflere ait ağırlık vektörü $W = (0,440; 0,120; 0,440; 0)$ olarak hesaplanmıştır.

Tablo 30. Sorun Çözme Kabiliyeti Alt Kriterine Ait İkili Karşılaştırma Matrisi

H5	A1			A2			A3			A4		
A1	1	1	1	2,5	3	3,5	0,67	1	1,5	1,5	2	2,5
A2	0,29	0,33	0,4	1	1	1	0,29	0,33	0,4	0,67	1	1,5
A3	0,67	1	1,5	2,5	3	3,5	1	1	1	1,5	2	2,5
A4	0,4	0,5	0,67	0,4	0,5	0,67	0,67	1	1,5	1	1	1

Alternatiflere ait ağırlık vektörü $W = (0,495; 0; 0,495; 0,010)$ olarak hesaplanmıştır.

Tablo 31. Hatalı Ürün Gönderme Oranı Alt Kriterine Ait İkili Karşılaştırma Matrisi

K1	A1			A2			A3			A4		
A1	1	1	1	2,5	3	3,5	0,67	1	1,5	1,5	2	2,5
A2	0,29	0,33	0,4	1	1	1	0,29	0,33	0,4	0,4	0,5	0,67
A3	0,67	1	1,5	2,5	3	3,5	1	1	1	1,5	2	2,5
A4	0,4	0,5	0,67	1,5	2	2,5	0,4	0,5	0,67	1	1	1

Alternatiflere ait ağırlık vektörü $W=(0,440; 0,000; 0,440; 0,120)$ olarak hesaplanmıştır.

Tablo 32. Kalite Standartlarına Uygunluk Alt Kriterine Ait İkili Karşılaştırma Matrisi

K2	A1			A2			A3			A4		
A1	1	1	1	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5
A2	0,67	1	1,5	1	1	1	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5
A3	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5	1	1	1	0,67	1	1,5
A4	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5	1	1	1

Alternatiflere ait ağırlık vektörü $W=(0,250; 0,250; 0,250; 0,250)$ olarak hesaplanmıştır.

Tablo 33. Süt Verimini Artırma Kabiliyeti Alt Kriterine Ait İkili Karşılaştırma Matrisi

K3	A1			A2			A3			A4		
A1	1	1	1	2,5	3	3,5	1,5	2	2,5	1,5	2	2,5
A2	0,29	0,33	0,4	1	1	1	0,4	0,5	0,67	0,4	0,5	0,67
A3	0,4	0,5	0,67	1,5	2	2,5	1	1	1	1,5	2	2,5
A4	0,4	0,5	0,67	1,5	2	2,5	0,4	0,5	0,67	1	1	1

Alternatiflere ait ağırlık vektörü $W=(0,620; 0,000; 0,320; 0,060)$ olarak hesaplanmıştır.

Tablo 34. Üreme Yeteneğine Etkisi Alt Kriterine Ait İkili Karşılaştırma Matrisi

K4	A1			A2			A3			A4		
A1	1	1	1	1,5	2	2,5	0,4	0,5	0,67	0,67	1	1,5
A2	0,4	0,5	0,67	1	1	1	0,29	0,33	0,4	0,4	0,5	0,67
A3	1,5	2	2,5	2,5	3	3,5	1	1	1	1,5	2	2,5
A4	0,67	1	1,5	1,5	2	2,5	0,4	0,5	0,67	1	1	1

Alternatiflere ait ağırlık vektörü $W=(0,200; 0,000; 0,600; 0,200)$ olarak hesaplanmıştır.

Tablo 35. Markanın Tanınırlığı Alt Kriterine Ait İkili Karşılaştırma Matrisi

M1	A1			A2			A3			A4		
A1	1	1	1	1,5	2	2,5	0,67	1	1,5	2,5	3	3,5
A2	0,4	0,5	0,67	1	1	1	0,4	0,5	0,67	1,5	2	2,5
A3	0,67	1	1,5	1,5	2	2,5	1	1	1	2,5	3	3,5
A4	0,29	0,33	0,4	0,4	0,5	0,67	0,29	0,33	0,4	1	1	1

Alternatiflere ait ağırlık vektörü $W=(0,440; 0,120; 0,440; 0,000)$ olarak hesaplanmıştır.

Tablo 36. Güvenilirlik Referansı Alt Kriterine Ait İkili Karşılaştırma Matrisi

M2	A1			A2			A3			A4		
A1	1	1	1	2,5	3	3,5	0,67	1	1,5	1,5	2	2,5
A2	0,29	0,33	0,4	1	1	1	0,29	0,33	0,4	0,4	0,5	0,67
A3	0,67	1	1,5	2,5	3	3,5	1	1	1	1,5	2	2,5
A4	0,4	0,5	0,67	1,5	2	2,5	0,4	0,5	0,67	1	1	1

Alternatiflere ait ağırlık vektörü $W=(0,440; 0,000; 0,440; 0,120)$ olarak hesaplanmıştır.

Tablo 37. Sosyal Sorumluluk Projeleri Alt Kriterine Ait İkili Karşılaştırma Matrisi

M3	A1			A2			A3			A4		
A1	1	1	1	0,4	0,5	0,67	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5
A2	1,5	2	2,5	1	1	1	1,5	2	2,5	1,5	2	2,5
A3	0,67	1	1,5	0,4	0,5	0,67	1	1	1	0,67	1	1,5
A4	0,67	1	1,5	0,4	0,5	0,67	0,67	1	1,5	1	1	1

Alternatiflere ait ağırlık vektörü $W=(0,165; 0,506; 0,165; 0,165)$ olarak hesaplanmıştır.

Tablo 38. Çevre Duyarlılığı Alt Kriterine Ait İkili Karşılaştırma Matrisi

M4	A1			A2			A3			A4		
A1	1	1	1	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5
A2	0,67	1	1,5	1	1	1	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5
A3	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5	1	1	1	0,67	1	1,5
A4	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5	1	1	1

Alternatiflere ait ağırlık vektörü $W=(0,250; 0,250; 0,250; 0,250)$ olarak hesaplanmıştır.

Tablo 39. Promosyon Faaliyetleri Alt Kriterine Ait İkili Karşılaştırma Matrisi

M5	A1			A2			A3			A4		
A1	1	1	1	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5
A2	0,67	1	1,5	1	1	1	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5
A3	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5	1	1	1	0,67	1	1,5
A4	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5	0,67	1	1,5	1	1	1

Alternatiflere ait ağırlık vektörü $W=(0,250; 0,250; 0,250; 0,250)$ olarak hesaplanmıştır. Alt kriterler baz alınarak hesaplanan alternatif ağırlıklarına ait özet tablo 40’da verilmiştir.

Tablo 40. Alt Kriterlere Göre Alternatif Ağırlıkları

	A1	A2	A3	A4
F1	0,03	0,39	0,04	0,54
F2	0,164	0,507	0,164	0,164
F3	0,25	0,25	0,25	0,25
F4	0,1	0,3	0,3	0,3
T1	0,3	0,1	0,3	0,3
T2	0,25	0,25	0,25	0,25
T3	0,25	0,25	0,25	0,25
H1	0,11	0,39	0,39	0,11
H2	0,4	0	0,4	0,2
H3	0,25	0,25	0,25	0,25
H4	0,44	0,12	0,44	0
H5	0,495	0	0,495	0,01
K1	0,44	0	0,44	0,12
K2	0,25	0,25	0,25	0,25
K3	0,62	0	0,32	0,06
K4	0,2	0	0,6	0,2
M1	0,44	0,12	0,44	0
M2	0,44	0	0,44	0,12
M3	0,165	0,506	0,165	0,165
M4	0,25	0,25	0,25	0,25
M5	0,25	0,25	0,25	0,25

Tablo 41. Fiyat Kriterine Göre Elde Edilen Ağırlıklar

Fiyat	F1	F2	F3	F4	Alternatif Göreli Ağırlık
Ağırlık	0,383	0,321	0,184	0,112	
A1	0,030	0,164	0,250	0,100	0,121
A2	0,390	0,507	0,250	0,300	0,393
A3	0,040	0,164	0,250	0,300	0,148
A4	0,540	0,164	0,250	0,300	0,339

Tablo 41'den görüleceği üzere fiyat konusunda en uygun alternatif A2'dir. Ardından sırasıyla A4, A3 ve A1 gelmektedir.

Tablo 42. Teslimat Kriterine Göre Elde Edilen Ağırlıklar

Teslimat	T1	T2	T3	Alternatif Görelî Ağırlık
Ağırlık	0,340	0,660	0.000	
A1	0,300	0,250	0,250	0,267
A2	0,100	0,250	0,250	0,262
A3	0,300	0,250	0,250	0,267
A4	0,300	0,250	0,250	0,267

Tablo 42'den de anlaşılacağı üzere teslimat kriterine göre A1, A3, A4 alternatifleri eşit ağırlığa sahiptir. A2 alternatifi de çok küçük bir farkla onları takip etmektedir.

Tablo 43. Hizmet Kriterine Göre Elde Edilen Ağırlıklar

Hizmet	H1	H2	H3	H4	H5	Alternatif Görelî Ağırlık
Ağırlık	0,230	0,190	0,170	0,140	0,270	
A1	0,110	0,400	0,250	0,440	0,495	0,339
A2	0,390	0,000	0,250	0,120	0,000	0,149
A3	0,390	0,400	0,250	0,440	0,495	0,403
A4	0,110	0,200	0,250	0,000	0,010	0,109

Tablo 43'de hizmet kriteri baz alındığında en iyi alternatifin A3 olduğu, ardından sırasıyla A1, A2 ve A4 alternatiflerinin geldiği görülmüştür.

Tablo 44. Kalite Kriterine Göre Elde Edilen Ağırlıklar

Kalite	K1	K2	K3	K4	Alternatif Görelî Ağırlık
Ağırlık	0,21	0,000	0,395	0,395	
A1	0,440	0,250	0,620	0,200	0,416
A2	0,000	0,250	0,000	0,000	0,000
A3	0,440	0,250	0,320	0,600	0,456
A4	0,120	0,250	0,060	0,200	0,128

Tablo 44’de alternatifler kalite kriterine göre değerlendirildiklerinde en iyi seçeneğin A3 olduğu, ardından sırasıyla A1, A4 ve A2 alternatiflerinin geldiği görülmüştür.

Tablo 45. Marka Kriterine Göre Elde Edilen Ağırlıklar

Marka	M1	M2	M3	M4	M5	Alternatif Görelî Ağırlık
Ağırlık	0,400	0,400	0,000	0,000	0,200	
A1	0,440	0,440	0,165	0,250	0,250	0,402
A2	0,120	0,000	0,506	0,250	0,250	0,098
A3	0,440	0,440	0,165	0,250	0,250	0,402
A4	0,000	0,120	0,165	0,250	0,250	0,098

Tablo 45’de alternatifler marka kriterine göre değerlendirildiklerinde en iyi seçenek olarak A1 ve A3 ardından da A2 ve A4 seçenekleri karşımıza çıkmaktadır.

Tablo 46’da ana kriterler baz alınarak hesaplanan alternatif ağırlıkları toplu olarak verilmiştir.

Tablo 46. Ana Kriterlere Göre Alternatif Ağırlıkları

	A1	A2	A3	A4
Fiyat	0,121	0,393	0,148	0,339
Teslimat	0,267	0,262	0,267	0,267
Hizmet	0,339	0,149	0,403	0,109
Kalite	0,416	0	0,456	0,128
Marka	0,402	0,098	0,402	0,098

Uygun Alternatifin Belirlenmesine Yönelik Ağırlıklar: Son olarak tablo 47’de alternatifler, ana kriterler açısından değerlendirilmiştir.

Tablo 47. Uygun Alternatifin Belirlenmesine Yönelik Ağırlıklar

Ana Kriterler	Fiyat	Teslimat	Hizmet	Kalite	Marka	Alternatif Görelî Ağırlık
Ana Kriter Ağırlıkları	0,330	0,160	0,080	0,410	0,020	
A1	0,121	0,267	0,339	0,416	0,402	0,289
A2	0,392	0,262	0,149	0,000	0,098	0,185
A3	0,148	0,267	0,403	0,456	0,402	0,319
A4	0,339	0,267	0,109	0,128	0,098	0,218

Bu değerlendirmenin sonucunda A1 (CP) %29, A2 (Birinci Yem) %18, A3 (Proyem) %32, A4 (New Hope) ise %21 ağırlığa ulaşmıştır. Bu durumda en yüksek ağırlığa (%32) sahip Proyem’in tercih edilmesi uygun olacağı düşünülmektedir.



SONUÇ

Bu çalışmada BAHF yöntemi kullanılarak Konya ilinde bulunan süt üreticilerinin en büyük maliyet kalemlerinden birini oluşturan uygun yemin seçilmesi problemine çözüm aranmıştır. İlk olarak literatürde yapılan çalışmalar ve bölgede faaliyet gösteren üreticilerle görüşmeler yapılarak yem seçim sürecinde dikkat edilen ana kriter, alt kriter ve alternatifler belirlenmiş, ardından yine üreticilerin görüşleri dikkate alınarak ikili karşılaştırmalar yapılmıştır. İkili karşılaştırma matrisleri aracılığıyla her bir ana ve alt kriterin ağırlığı hesaplanmış ardından her bir alternatifin diğerlerine göre ağırlıkları elde edilmiştir. Elde edilen ağırlıklara göre de öncelik sıralamaları yapılmıştır.

Çalışmada AHP yöntemi bulanık mantıkla birlikte kullanılmış ve bu şekilde daha doğru sonuçlar elde edilmesi amaçlanmıştır.

Çalışmanın temelinde kişisel görüşler bulunduğundan her zaman ve koşulda aynı sonuç olacağı beklenemez. Zamanın, şartların ve kişilerin değişmesiyle farklı sonuçlara ulaşılması muhtemeldir.

Çalışmada kullanılan BAHF yaklaşımının uygulanması sırasında bazı kriterlerin veya alternatiflerin ağırlıklarının sıfır çıkması sonucu çözüme girmemesi bir bakıma yöntemin dezavantajı olarak yorumlanabilir.

Çalışma alanı olarak seçilen bölgenin Türkiye’de en çok süt üretiminin gerçekleştiği (Tüik, 2017), ülkemizin tarım ve hayvancılık bakımından en gelişmiş bölgelerinden birisi olması sonuçlara olan güveni arttırmaktadır.

Çalışmada ana kriterler arasında yapılan ikili karşılaştırmalarda en yüksek ağırlık %41 ile kalite kriterine aittir. Ardından %33 ile fiyat kriteri gelmektedir. Teslimat %16, hizmet %8 ve marka %2 ağırlığa sahiptir. Bu sonuçtan hareketle üreticilerin kaliteli yemi tercih ederek yüksek verimliliği, uygun fiyat avantajlarıyla kârlılığı ön planda tuttıkları, teslimatla ilgili yaşanabilecek sorunların veya bu konuda sağlanacak ayrıcalıkların kalite ve fiyattan sonra geldiği, hizmet ve marka kriterlerinin ise daha az öneme sahip oldukları yorumu yapılabilir.

Fiyat kriterine ait alt kriterler arasında yapılan ikili karşılaştırmalara baktığımızda %38 ağırlıkla ürün fiyatı, onun hemen ardından %32 ile alım miktarına göre indirim düzeyi kriteri gelmektedir. %18 ağırlıkla ödeme süresi esnekliği ve %11 ile de sektördeki hammadde fiyat dalgalanmalarının ürün fiyatına yansımaya süresi kriterleri de onları takip etmektedir.

Teslimat kriterine ait alt kriterler arasında yapılan ikili karşılaştırmalara baktığımızda adrese teslim kriteri %66 ile en yüksek ağırlığa sahip kriterdir. İkinci sırada ise %34 ile zamanında ve hatasız teslim kriteri gelmektedir. Güvenli teslim kriteri ise %0 ağırlığa sahiptir. Bu ağırlıklara göre üreticilerin nakliye masraflarını önemsediklerini ve bu yüzden adrese teslim kriterinin açık ara önde olduğu söyleyebilir. Ayrıca teslimatta yaşanacak zaman ve ürün karışıklarının da önemsendiği ortadadır. Ancak güvenli teslim kriterinin ağırlığının sıfır çıkması daha önce de değinildiği gibi BAHP'nin doğası gereği olduğu ya da üreticilerin bu konuda çok problem yaşamadıkları için konuya yeterince önem vermedikleri şeklinde yorumlanabilir.

Hizmet kriterine ait alt kriterler arasında yapılan ikili karşılaştırmalara bakıldığında ağırlıkların birbirine yakın dağıldıkları görülmektedir. Şöyle ki; ulaşılabilirlik ve muhatap bulma %23, dağıtıcı firmanın tutumu %20, iade alma %17, bilgi alış verişi %14, sorun çözme kabiliyeti %27 ağırlığa sahiptir. Sonuçların birbirine yakın çıkması her kriterin aslında diğerleriyle bağlantılı olması şeklinde yorumlanabilir.

Kalite kriterine ait alt kriterler arasında yapılan ikili karşılaştırmalara bakıldığında süt verimini artırma kabiliyeti ve üreme yeteneğine etkisi kriterleri %39,5 ağırlığa sahiptir. %21'lik ağırlıkla hatalı ürün gönderme oranı kriteri onları takip etmektedir. Kalite standartlarına uygunluk kriteri ise %0 ağırlığa sahiptir. Yapılan ikili görüşmelerde de üreticiler arasındaki yaygın görüşün kalitenin belgeyle değil, verimlilikle ölçülebileceği görüşü olduğu gözlemlenmiştir.

Marka kriterine ait alt kriterler arasında yapılan ikili karşılaştırmalara bakıldığında, markanın tanınırlığı ve güvenilirlik referansı kriterlerinin %40, sosyal sorumluluk projeleri ve çevre duyarlılığı kriterlerinin %0, promosyon faaliyetleri kriterinin ise %20 ağırlığa sahip oldukları görülmüştür. Bu sonuçtan hareketle üreticilerin kendilerini doğrudan etkileyen konulara daha çok önem verdikleri, dolaylı konularla pek fazla ilgilenmedikleri yorumu yapılabilir.

Çalışmada aynı standarda sahip (21 Protein- 2700kj enerji, pelet süt yemi) dört farklı markaya ait yemler arasında bir kıyaslama yapılmış ve Proyem-CP-New Hope-Birinci Yem (A3-A1-A4-A2) şeklinde bir sıralama oluşmuştur.

Çalışmadan elde edilen sonuçların tarım ve hayvancılık yönünden yüksek potansiyele sahip ülkemizde geleneksel yöntemler yerine modern bilimsel tekniklerin kullanılarak sektörün geleceğine katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

Çalışmada uygulanan yöntem (BAHP) literatürde sıkça kendisine yer bulan bir yöntem olmasına karşın uygulandığı problem ve uygulama alanı açısından özgündür. Bundan sonraki yapılacak çalışmalarda nispeten küçük bir örnekleme uygulanan yöntem örneklem alanı genişletilerek, anket içerikleri geliştirilerek başka çalışmalara konu olabilir. Ayrıca ÇKKV yöntemlerinden olan VIKOR, TOPSIS, COPRAS, PROMETHEE gibi yöntemler kullanılarak da probleme yeni çözümler getirilebilir.

KAYNAKLAR

Kitaplar:

- Aktaş, Ramazan-Doğanay, Mete M.-Gökmen, Yunus-Gazibey, Yavuz-Türen, Ufuk, (2015), *Sayısal Karar Verme Yöntemleri*, İstanbul, Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş.
- Bağırkan, Şemsettin, (1983), *Karar Verme*, İstanbul, Der Yayınları.
- Baykal, Nazife-Beyan Timur, (2004), *Bulanık Mantık İlke ve Temelleri*, Ankara, Bıçaklar Kitabevi.
- Baysal, Ayşe, (2000), *Genel Beslenme*, Ankara, Hatiboğlu Basım Yayın.
- Can, Mustafa, (2015), *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*, Editörler: Yıldırım, Bahadır Fatih-Önder, Emrah, Bursa, Dora Yayıncılık.
- Dağ, Sündüs-Yıldırım, Bahadır Fatih, (2015), *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*, Editörler: Yıldırım, Bahadır Fatih-Önder, Emrah, Bursa, Dora Yayıncılık.
- Daniel, Ulrich, (2006), *Sığırcılık*, Çev. Kuş, Meltem Leyla, İstanbul, Bilge Kültür Sanat.
- Dönmez, Ali, (1987), *Kümeler Kuramı ve Soyut Matematik*, Erzurum, Atatürk Üniversitesi Basımevi.
- Elmas, Çetin, (2003), *Bulanık Mantık Denetleyiciler (Kuram, Uygulama, Sinirsel Bulanık Mantık)*, Ankara, Seçkin Yayıncılık.
- Hacıhasanoğlu, Tansel, (2015), *Hayvancılık Sektöründe Maliyet-Hacim-Kar Analizi*, Ankara, Gazi Kitabevi.
- Halaç, Osman, (1991), *Kantitatif Karar Verme Teknikleri*, İstanbul, Alfa Basım Yayım Dağıtım.
- Kahraman, Cengiz, (2008), *Fuzzy Multi Criteria Decision Making*, New York, Springer.
- Karakaş, Halil İbrahim, (2001), *Matematiğin Temelleri*, Ankara, ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayınları.
- Önder, Emrah, (2015), *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*, Editörler: Yıldırım, Bahadır Fatih-Önder, Emrah, Bursa, Dora Yayıncılık.
- Önder, Güler-Önder, Emrah, (2015), *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*, Editörler: Yıldırım, Bahadır Fatih-Önder, Emrah, Bursa, Dora Yayıncılık.
- Özdemir, Muhlis, (2015), *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*, Editörler: Yıldırım, Bahadır Fatih-Önder, Emrah, Bursa, Dora Yayıncılık.
- Özkan, Mustafa M., (2003), *Bulanık Hedef Programlama*, Bursa, Ekin Kitabevi.

- Özlem, Doğan, (2006), *Mantık: Klasik/Sembolik Mantık, Mantık Felsefesi*, İstanbul, İnkılap Kitabevi.
- Öztürk, Ahmet, (2016), *Yöneylem Araştırması*, Genişletilmiş 16. Basım, Bursa, Ekin Kitabevi.
- Paksoy, Turan-Yapıcı Pehlivan, Nimet-Özceylan, Eren, (2013), *Bulanık Küme Teorisi*, Ankara, Nobel Yayınları.
- Şahin, Serap, (2015), *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*, Editörler: Yıldırım, Bahadır Fatih-Önder, Emrah, Bursa, Dora Yayıncılık.
- Şen, Zekai, (2004), *Mühendislikte Bulanık (Fuzzy) Mantık ile Modelleme Prensipleri*, İstanbul, Su Vakfı Yayınları.
- Şen, Zekai, (2009), *Bulanık Mantık İlkeleri ve Modelleme (Mühendislik ve Sosyal Bilimler)*, İstanbul, Su Vakfı Yayınları.
- Taha, Hamdy A., (2017), *Yöneylem Araştırması*, Çev. Baray, Ş. Alp-Esnaf, Şakir, (6. Basımdan Çeviri), İstanbul, Literatür Yayınları.
- Taş, Muzaffer, (2010), *AB'ye Uyum Sürecinde Türkiye'de Büyükbaş Hayvancılık*, İstanbul, İstanbul Ticaret Odası.
- Tekin, Mahmut, (1992), *Kantitatif Karar Verme Teknikleri*, Konya, Akça Ofset.
- Timor, Mehpare, (2011), *Analitik Hiyerarşi Prosesi*, İstanbul, Türkmen Kitabevi.
- Turan, Gökhan, (2015), *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*, Editörler: Yıldırım, Bahadır Fatih-Önder, Emrah, Bursa, Dora Yayıncılık.
- Tütek H, Hülya-Gümüsoğlu, Şevkinaz, (1994), *Sayısal Yöntemler Yönetmelik Yaklaşım*, İstanbul, Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş.
- Yaralıoğlu, Kaan, (2010), *Karar Verme Yöntemleri*, Ankara, Detay Yayıncılık.
- Yozgat, Uğur, (1994), *Yönetimde Karar Verme Teknikleri*, İstanbul, Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş.

Makale ve Bildiriler

- Abdullah, Lazim-Zulkıflı, Norsyahida, (2015), *Integration of Fuzzy AHP and Interval Type-2 Fuzzy DEMATEL: An Application to Human Resource Management*, Expert Systems with Applications, C. 42, S. 9, ss. 4397-4409.
- Akdeniz, R. Cengiz-Ak, İbrahim-Boyar, Serkan, (2005), *Türkiye Karma Yem Endüstrisi ve Sorunları*, VI. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası, ss. 935-959.

- Akkaya, Gökay-Turanoğlu, Betül-Öztaş, Sinan, (2015), *An Integrated Fuzzy AHP and Fuzzy MOORA Approach to the Problem of Industrial Engineering Sector Choosing*, Expert Systems with Applications, C. 42, S. 24, ss. 9565-9573.
- Awasthi, Anjali-Govindan, Kannan-Gold, Stefan, (2018), *Multi-tier Sustainable Global Supplier Selection Using a Fuzzy AHP-VIKOR Based Approach*, International Journal of Production Economics, C. 195, ss. 106-117.
- Aydın, Özlem, (2009), *Bulanık AHP ile Ankara İçin Hastane Yer Seçimi*, Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, C. 24, S. 2, ss. 87-104.
- Basmacıoğlu, Hatice, (2004), *Karma Yem Üretiminde Pelet Kalitesine Etki Eden Etkenler*, Hayvansal Üretim, C. 45, S. 1, ss. 23-30.
- Beskese, Ahmet-Demir, H. Handan-Özcan, H. Kurtulus-Ökten, H. Eser, (2015), *Landfill Site Selection Using Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS: A Case Study for Istanbul*, Environmental Earth Sciences, C. 73, S. 7, ss. 3513-3521.
- Chan, Felix Ts-Kumar, Niraj, (2007), *Global Supplier Development Considering Risk Factors Using Fuzzy Extended AHP-Based Approach*, Omega, C. 35, S. 4, ss. 417-431.
- Chang, Da Yong, (1996), *Application of the Extent Analysis Method on Fuzzy AHP*, European Journal of Operational Research, C. 95, S. 3, ss. 649-655.
- Chen, Jeng Fung-Hsieh, Ho Nien-Do, Quang Hung, (2015), *Evaluating Teaching Performance Based on Fuzzy AHP and Comprehensive Evaluation Approach*, Applied Soft Computing, C. 28, ss. 100-108.
- Chen, Shyi Ming-Hong Jia An, (2014), *Multicriteria Linguistic Decision Making Based on Hesitant Fuzzy Linguistic Term Sets and the Aggregation of Fuzzy Sets*, Information Sciences, C. 286, ss. 63-74.
- Colson, Gerard-De Bruyn, Christian, (1989), *Models and Methods in Multiple Objective Decision Making*, Mathematics on Computer Modelling: An International Journal, C. 12, S. 10-11, ss. 1201-1211.
- Çakır, Engin-Özdemir, Mehmet, (2016), *Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Altı Sigma Projeleri Seçiminde Uygulanması*, Business and Economics Research Journal, C. 7, S. 2, ss. 167-201.
- Çalık, Ahmet-Paksoy, Turan, (2017), *Aralık Tip-2 Bulanık AHP Yöntemi İle Üçüncü Parti Tersine Lojistik (3PTL) Firma Seçimi*, Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi, C. 20, S. 1, ss. 52-67.
- Denizhan, Berrin-Yılmaz Yalçın, Ayten-Berber, Şafak, (2017), *Analitik Hiyerarşi Proses ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Proses Yöntemleri Kullanılarak Yeşil Tedarikçi Seçimi Uygulaması*, Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi, C. 6, S.1, ss. 63-78.

- Denli, Muzaffer-Tutkun, Muhittin-Sessiz, Abdullah, (2014), *Diyarbakır İli Süt Sığırcılığı İşletmelerinde Besleme Uygulamaları*, Hayvansal Üretim, C. 55, S. 2, ss. 22-26.
- Dinç, Sema-Hamurcu, Mustafa-Eren, Tamer, (2018), *Kentsel Ulaşım İçin Alternatif Tramvay Araçlarının Çok Kriterli Seçimi*, Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi, C. 4, S. 2, ss. 124-125.
- Durmuş, Mert-Tayyar, Nezih, (2017), *AHP ve TOPSIS ile Farklı Kriter Ağırlıklandırma Yöntemlerinin Kullanılması ve Karar Verici Görüşleriyle Karşılaştırılması*, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi, C. 12, S. 3, ss. 65-80.
- Ertuğrul, İrfan-Özçil, Abdullah, (2014), *Çok Kriterli Karar Vermede TOPSIS ve VIKOR Yöntemleriyle Klima Seçimi*, Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, C. 4, S. 1, ss. 267-282.
- Ertuğrul, İrfan-Karakaşoğlu, Nilsen, (2009), *Performance Evaluation of Turkish Cement Firms with Fuzzy Analytic Hierarchy Process and TOPSIS Methods*, Expert Systems with Applications, C. 36, S. 1, ss. 702-715.
- Göksu, Ali-Güngör, İbrahim, (2008), *Bulanık Analitik Hiyerarşi Proses ve Üniversite Tercih Sıralamasında Uygulanması*, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, C. 13, S. 3, ss. 1-26.
- Görgülü, Murat-Göncü, Serap-Serbester, Uğur-Kıyma, Zekeriya, (2011), *Süt Sığırlarının Üremesinde Beslemenin Rolü*, 7. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, Çukurova Üniversitesi, ss. 14-17.
- Güneş, Mustafa-Umarusman, Nurullah, (2003), *Bir Karar Destek Aracı Bulanık Hedef Programlama ve Yerel Yönetimlerde Vergi Optimizasyonu Uygulanması*, Review of Social, Economic & Business Studies, C. 2, ss. 242-255.
- Güngör, Zülal-Serhadlıoğlu, Gürkan-Kesen, Saadettin Erhan, (2009), *A Fuzzy AHP Approach to Personel Selection Problem*, Applied Soft Computing, C. 9, S. 2, ss. 641-646.
- Hsieh, Ting Ya-Lu, Shih Tong-Tzeng, Gwo Hshiung, (2004), *Fuzzy MCDM Approach for Planning and Design Tenders Selection in Public Office Buildings*, International Journal of Project Management, C. 22, S. 7, ss. 573-584.
- Huang J.P.-Poh, K.L.-Ang, B.W., (1995), *Decision Analysis in Energy and Environmental Modeling*, Energy, C. 20, S. 9, ss. 843-855.
- İpekçi Çetin, Emre-Akil, Yasin-Güler, Ayşe Işıl, (2014), *İnşaat Projelerinde Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci ile Karar Verme*, Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi, C. 10, S. 23, ss. 173-190.
- Jain, Vipul-Sangaiah, Arun Kumar-Sakhuja, Sumit-Thoduka, Nittin, (2018), *Supplier Selection Using Fuzzy AHP and TOPSIS: A Case Study in The Indian Automotive Industry*, The Neural Computing & Application, C. 29, S. 7, ss. 255-264.

- Junior, Francisco Rodrigues Lima-Osiro, Lauro-Carpinetti, Luiz Cesar Ribeiro, (2014), *A Comparison Between Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS Methods to Supplier Selection*, Applied Soft Computing, C. 21, ss. 194-209.
- Kahraman, Cengiz-Cebeci, Ufuk-Ruan, Da, (2004), *Multi-Attribute Comparison of Catering Service Companies Using Fuzzy AHP: The Case of Turkey*, International Journal of Production Economics, C. 87, S. 2, ss. 171-184.
- Kahraman, Cengiz-Cebeci, Ufuk-Ulukan, Ziya, (2003), *Multi-Criteria Supplier Selection Using Fuzzy AHP*, Logistics Information Management, C. 16, S. 6, ss. 382-394.
- Kaplan, Sezgin-Arıkan, Feyzan, (2012), *Hava Savunma Sektörü Tezgâh Yatırım Projelerinin Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Değerlendirilmesi*, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi, C. 5, S. 3, ss. 23-33.
- Kapoor, Vikas-Tak, Shyam Singh, (2005), *Fuzzy Application to the Analytic Hierarchy Process for Robot Selection*, Fuzzy Optimization and Decision Making, C. 4, S. 3, ss. 209-234.
- Karaatlı, Meltem-Ömürbek, Nuri-Budak, İbrahim-Dağ, Okan, (2015), *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Yaşanabilir İllerin Sıralanması*, Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, C. 33, ss. 215-228.
- Karabulut, Ali-Ergül, Mustafa-Ak, İbrahim-Kutlu, H. Rüştü-Alçıçek, Ahmet, (2000), *Karma Yem Endüstrisi*, V. Türkiye Ziraat Mühendisliği Teknik Kongresi, ss. 985-1008.
- Köseman, Abdurrahman-Şeker, İbrahim, (2015), *Türkiye’de Sığır, Koyun ve Keçi Yetiştiriciliğinin Mevcut Durumu*, Van Veterinary Journal, C. 26, S. 2, ss. 111-117.
- Kumar, Ajay-Shankar, Ravi-Debnath, Roma Mitra, (2015), *Analyzing Customer Preference and Measuring Relative Efficiency in Telecom Sector: A Hybrid Fuzzy AHP/DEA Study*, Telematics and Informatics, C. 32, S. 3, ss. 447-462.
- Kumar, Divesh-Rahman, Zillur-Chan, Felix Ts., (2017), *A Fuzzy AHP and Fuzzy Multi-Objective Linear Programming Model for Order Allocation in a Sustainable Supply Chain: A Case Study*, International Journal of Computer Integrated Manufacturing, C. 30, S. 6, ss. 535-551.
- Kuo, Ren J-Chi, Sheng Chai-Kao, Shan Shin, (2002), *A Decision Support System for Selecting Convenience Store Location Through Integration of Fuzzy AHP and Artificial Neural Network*, Computers in Industry, C. 47, S. 2, ss. 199-214.
- Lee, Amy Hi-Chen, Wen Chin-Chang, Ching Jan, (2008), *A Fuzzy AHP and BSC Approach for Evaluating Performance of IT Department in the Manufacturing Industry in Taiwan*, Expert Systems with Applications, C. 34, S. 1, ss. 96-107.

- Lee, Sangwon-Seo, Kwang Kyu, (2016), *A Hybrid Multi-Criteria Decision-Making Model for a Cloud Service Selection Problem Using BSC, Fuzzy Delphi Method and Fuzzy AHP*, Wireless Personal Communications, C. 86, S. 1, ss. 57-75.
- Majumdar, Abhijit, (2010), *Selection of Raw Materials in Textile Spinning Industry Using Fuzzy Multi-Criteria Decision Making Approach*, Fibers and Polymers, C. 11, S. 1, ss. 121-127.
- Modak, Mousumi-Pathak, Khanindra-Ghosh, Kunal Kanti, (2017), *Performance Evaluation of Outsourcing Decision Using a BSC and Fuzzy AHP Approach: A Case of the Indian Coal Mining Organization*, Resources Policy, C. 52, ss. 181-191.
- Mon, Don Lin-Cheng, Ching Hsue-Lin, Jiann Chern, (1994), *Evaluating Weapon System Using Fuzzy Analytic Hierarchy Process Based on Entropy Weight Fuzzy Sets and Systems*, C. 62, S. 2, ss. 127-134.
- Nguyen, Huu Tho-Dawal, Siti Zawiah Md-Nukman, Yusoff-Aoyama, Hideki-Case, Keith, (2015), *An Integrated Approach of Fuzzy Linguistic Preference Based AHP and Fuzzy COPRAS for Machine Tool Evaluation*, PloS one, C. 10, S. 9, ss. e0133599.
- Orakçı, Erhan-Özdemir, Ali, (2017), *Telafl Edici Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Türkiye ve AB ülkelerinin İnsani Gelişmişlik Düzeylerinin Belirlenmesi*”, AKU İİBF Dergisi, C. 19, S. 1, ss. 61-74.
- Ömürbek, Nuri-Tunca, Zihni, (2013), *Analitik Hiyerarşı Süreci ve Analitik Ağ Süreci Yöntemlerinde Grup Kararı Verilmesi Aşamasına İlişkin Bir Örnek Uygulama*, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, C. 18, S. 3, ss. 47-70.
- Paksoy, Turan-Yapıcı Pehlivan, Nimet-Kahraman, Cengiz, (2012), *Organizational Strategy Development in Distribution Channel Management Using Fuzzy AHP and Hierarchical Fuzzy TOPSIS*, Expert Systems with Applications, C. 39, S. 3, ss. 2822-2841.
- Pandey, Asmita-Kumar, Amit, (2017), *Commentary on Evaluating the Criteria for Human Resource for Science and Technology (HRST) Based on an Integrated Fuzzy AHP and Fuzzy DEMATEL Approach*, Applied Soft Computing, C. 12, S. 1, ss. 351-352.
- Patil, Sachin K.-Kant, Ravi, (2014), *A Fuzzy AHP-TOPSIS Framework for Ranking the Solutions of Knowledge Management Adoption in Supply Chain to Overcome Its Barriers*, Expert Systems with Applications, C. 41, S. 2, ss. 679-693.
- Saaty, Thomas L., (2008), *Decision Making With The Analytic Hierarchy Proses*, International Journal Services Sciences, C. 1, S. 1, ss. 83-98.

- Samvedi, Avinash-Jain, Vipul-Chan, Felix T.s., (2012), *An Integrated Approach for Machine Tool Selection Using Fuzzy Analytical Hierarchy Process and Grey Relational Analysis*, International Journal of Production Research, C. 50, S. 12, ss. 3211-3221.
- Saraçoğlu, İlkay-Dağıstanlı, Hakan Ayhan, (2017), *Tedarikçi Seçiminde Bulanık Mantık-AHP ve VIKOR Yönteminin Bağlantı Elemanları Firmasında Uygulanması*, Journal of Yaşar University, C. 12, ss. 40-54.
- Seçme, Neşe-Özdemir, Ali İhsan, (2008), *Bulanık Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile Çok Kriterli Stratejik Tedarikçi Seçimi: Türkiye Örneği*, Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, C. 22, S. 2, ss. 175-191.
- Soner, Selin-Önüt, Semih, (2006), *Çok Kriterli Tedarikçi Seçimi Uygulaması: Bir ELECTRE-AHP Uygulaması*, Sigma Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi, C. 4, ss.110-120.
- Şahin, Bekir-Yip, Tsz Leung, (2017), *Shipping Technology Selection for Dynamic Capability Based on Improved Gaussian Fuzzy AHP model*, Ocean Engineering, C. 136, ss. 233-242.
- Şişman, Bilal, (2017), *Hata Türü ve Etkileri Analizinde Bulanık AHP ve Bulanık VIKOR Yöntemleri ile Otomotiv Sektöründe Risk Değerlendirmesi*, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, C. 9, S. 18, ss. 234-250.
- Tavana, Madjid-Zareinejad, Mohsen-Di Caprio, Debora-Kaviani, Mohamad Amin, (2016), *An Integrated Intuitionistic Fuzzy AHP and SWOT Method for Outsourcing Reverse Logistics*, Applied Soft Computing, C. 40, ss. 544-557.
- Taylan, Osman-Bafail, Abdallah O-Abdulaal, Reda MS-Kabli, Mohammed R., (2014), *Construction Projects Selection and Risk Assessment by Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS Methodologies*, Applied Soft Computing, C. 17, ss. 105-106.
- Turskis, Zenonas-Zavadskas, E. K.-Antucheviciene, J.-Kosareva, N., (2015), *A Hybrid Model Based on Fuzzy AHP and Fuzzy WASPAS for Construction Site Selection*, International Journal of Computers Communications & Control, C. 10, S. 6, ss. 113-128.
- Uçar, U. Üsame-Balo, Figen-Eraslan, Gülsüm-Çetin, Büşra, (2017), *İdeal Hayvan Yetiştiriciliği İçin Veri Madenciliğine Dayalı Bir KDS Çalışması*, Gaziosmanpaşa Bilimsel Araştırma Dergisi, S. 6, ss.133-141.
- Ulucan, Aydın-Atıcı, Kazım Barış, (2009), *UTADIS Çok Kriterli Sınıflandırma Metodolojisi ve Türkiye Enerji Sektörü Uygulaması*, H. Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, C. 27, S. 2, ss. 141-159.
- Yılmaz, Burcu-Dağdeviren, Metin, (2010), *Ekipman Seçimi Probleminde Promethee ve Bulanık Promethee Yöntemlerinin Karşılaştırmalı Analizi*, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., C. 25, S. 4, ss. 811-826.

Yılmaz, Nahit-Şenol, Mehmet Burak, (2017), *İş Sağlığı ve Güvenliği Risk Değerlendirme Süreci İçin Bulanık Çok Kriterli Bir Model ve Uygulaması*, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, C. 32, S. 1, ss. 85-95.

Zadeh, Lotfi Asker, (1965), *Fuzzy Sets*, Information and Control, C. 8, S. 3, ss. 338-353.

Zyoud, Shaber H.-Kaufmann, Lorenz. G.-Shaheen, Hafez-Samhan, Suphi-Fuchs Hanusch, Daniela, (2016), *A Framework for Water Loss Management in Developing Countries Under Fuzzy Environment: Integration of Fuzzy AHP with Fuzzy TOPSIS*, Expert Systems with Applications, C. 61, ss. 86-105.

Tezler:

Erdoğan Toksoy, Merve, (2012), *Çok Nitelikli Karar Verme Yöntemleri ve VIKOR Yöntemi ile Bir Uygulama*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Gülcan, Beyazıt, (2012), *Bulanık Doğrusal Programlama ve Bir Bisküvi İşletmesinde Optimum Ürün Formülü Oluşturma*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Karaman.

Kanbur, Gülşah, (2011), *Konya İlindeki Bazı Yem Fabrikalarında Kullanılan Yemlik Yağların Kalitelerinin Belirlenmesi*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

Öztürk, Burcu, (2011), *Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinden Bulanık TOPSIS ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci*, (Yayımlanmamış Doktora Tezi), Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa.

Pala, Osman, (2013), *Bulanık Mantık ve Çok Kriterli Karar Verme Uygulaması*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

Topçu, Hüner, (2014), *Bulanık AHP Yönteminin İncelenmesi ve KPSS Hazırlık Kaynak Kitap Seçimi Problemi Üzerine Bir Uygulama*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

Turgut, Emre Çağlar, (2015), *Tedarik Zinciri Yönetiminde AHP ve Bulanık AHP Yöntemi Kullanılarak Tedarikçilerin Performansının Ölçülmesi, Yeni Yöntem Önerileri Ve Uygulamaları*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

Türkoğlu, Merve, (2016), *Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi İle Tedarikçi Seçimi ve Bir Uygulama*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Bartın Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bartın.

Yacan, İrfan, (2016), *Eğitim Kalitesinin Belirlenmesinde Etkili Olan Faktörlerin Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS Yöntemi İle Değerlendirilmesi*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Pamukkale Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizli.

İnternet

Hayırlı, Armağan, (2016), *Süt Sığırcılığında Yemleme Yönetimi*, http://www.asuder.org.tr/wp_content/uploads/2016/03/armagan_hayirli.ppt, Erişim Tarihi: 10.11.2018.

Özen, Nihat-Kırkpınar, Figen-Özdoğan, Mürsel-Ertürk, M. Mustafa-Yurtman, İ. Yaman, (2006), *Hayvan Besleme*, http://www.tavukmamulleri.com/pdf/hayvan_besleme.pdf, Erişim Tarihi: 23.10.2018.

Tüik, (2017), http://www.tuik.gov.tr/HbGetir.do?id=24656&tb_id=3, Erişim Tarihi:17.04.2018.

EKLER

Ek 1. BAHP Anketi

Aşağıdaki anket süt üreticilerinin yem seçim kararlarını etkileyen kriterler bağlamında alternatifleri değerlendirme konulu akademik çalışmada kullanılmak üzere oluşturulmuştur.

Anket uygulaması ilk olarak belirlenen kriterlerin ve alt kriterlerin, devamında da her bir kriter ve alt kritere göre alternatiflerin ikili karşılaştırılması şeklindedir.

Aşağıdaki kriterleri kıyaslayınız.

Ana Kriterler	Kesin Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Eşit Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kesin Önemli	Ana Kriterler
Fiyat										Teslimat
Fiyat										Hizmet
Fiyat										Kalite
Fiyat										Marka
Teslimat										Hizmet
Teslimat										Kalite
Teslimat										Marka
Hizmet										Kalite
Hizmet										Marka
Kalite										Marka

Aşağıdaki kriterleri kıyaslayınız.

Alt Kriterler (Fiyat)	Kesin Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Eşit Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kesin Önemli	Alt Kriterler (Fiyat)
Ürün Fiyatı										Alım Miktarına Göre İndirim Düzeyi
Ürün Fiyatı										Ödeme Süresi Esnekliği
Ürün Fiyatı										Sektördeki Hammadde Fiyat Dalgalanmalarının Ürün Fiyatına Yansıma Süresi
Alım Miktarına Göre İndirim Düzeyi										Ödeme Süresi Esnekliği
Alım Miktarına Göre İndirim Düzeyi										Sektördeki Hammadde Fiyat Dalgalanmalarının Ürün Fiyatına Yansıma Süresi
Ödeme Süresi Esnekliği										Sektördeki Hammadde Fiyat Dalgalanmalarının Ürün Fiyatına Yansıma Süresi

Aşağıdaki kriterleri kıyaslayınız.

Alt Kriterler (Teslimat)	Kesin Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Eşit Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kesin Önemli	Alt Kriterler (Teslimat)
Zamanında ve Hatasız Teslim										Adrese Teslim
Zamanında ve Hatasız Teslim										Güvenli Teslim
Adrese Teslim										Güvenli Teslim

Aşağıdaki kriterleri kıyaslayınız.

Alt Kriterler (Hizmet)	Kesin Önemli	Çok Kuvvetli Derecede	Kuvvetli Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Eşit Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Çok Kuvvetli Derecede	Kesin Önemli	Alt Kriterler (Hizmet)
Ulaşılabilirlik ve Muhatap Bulma										Dağıtıcı Firmanın Tutumu
Ulaşılabilirlik ve Muhatap Bulma										İade Alma
Ulaşılabilirlik ve Muhatap Bulma										Bilgi Alışverişi
Ulaşılabilirlik ve Muhatap Bulma										Sorun Çözme Kabiliyeti
Dağıtıcı Firmanın Tutumu										İade Alma
Dağıtıcı Firmanın Tutumu										Bilgi Alışverişi
Dağıtıcı Firmanın Tutumu										Sorun Çözme Kabiliyeti
İade Alma										Bilgi Alışverişi
İade Alma										Sorun Çözme Kabiliyeti
Bilgi Alışverişi										Sorun Çözme Kabiliyeti

Aşağıdaki kriterleri kıyaslayınız.

Alt Kriterler (Kalite)	Kesin Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Eşit Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kesin Önemli	Alt Kriterler (Kalite)
Hatalı Ürün Gönderme Oranı										Kalite Standartlarına Uygunluk
Hatalı Ürün Gönderme Oranı										Süt Verimini Artırma Kabiliyeti
Hatalı Ürün Gönderme Oranı										Üreme Yeteneğine Etkisi
Kalite Standartlarına Uygunluk										Süt Verimini Artırma Kabiliyeti
Kalite Standartlarına Uygunluk										Üreme Yeteneğine Etkisi
Süt Verimini Artırma Kabiliyeti										Üreme Yeteneğine Etkisi

Aşağıdaki kriterleri kıyaslayınız.

Alt Kriterler (Marka)	Kesin Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Eşit Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kesin Önemli	Alt Kriterler (Marka)
Markanın Tanınırlığı										Güvenilir Referans
Markanın Tanınırlığı										Sosyal Sorumluluk Projeleri
Markanın Tanınırlığı										Çevre Duyarlılığı
Markanın Tanınırlığı										Promosyon Faaliyetleri
Güvenilir Referans										Sosyal Sorumluluk Projeleri
Güvenilir Referans										Çevre Duyarlılığı
Güvenilir Referans										Promosyon Faaliyetleri
Sosyal Sorumluluk Projeleri										Çevre Duyarlılığı
Sosyal Sorumluluk Projeleri										Promosyon Faaliyetleri
Çevre Duyarlılığı										Promosyon Faaliyetleri

Alternatifleri ürün fiyatı kriterine göre değerlendiriniz.

Alternatifler	Kesin Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Eşit Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kesin Önemli	Alternatifler
A1										A2
A1										A3
A1										A4
A2										A3
A2										A4
A3										A4

Alternatifleri alım miktarına göre indirim düzeyi kriterine göre değerlendiriniz.

Alternatifler	Kesin Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Eşit Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kesin Önemli	Alternatifler
A1										A2
A1										A3
A1										A4
A2										A3
A2										A4
A3										A4

Alternatifleri ödeme süresi esnekliği kriterine göre değerlendiriniz.

Alternatifler	Kesin Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Eşit Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kesin Önemli	Alternatifler
A1										A2
A1										A3
A1										A4
A2										A3
A2										A4
A3										A4

Alternatifleri sektördeki hammadde fiyat dalgalanmalarının ürün fiyatına yansımaya süresi kriterine göre değerlendiriniz.

Alternatifler	Kesin Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Eşit Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kesin Önemli	Alternatifler
A1										A2
A1										A3
A1										A4
A2										A3
A2										A4
A3										A4

Alternatifleri zamanında ve hatasız teslim kriterine göre değerlendiriniz.

Alternatifler	Kesin Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Eşit Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kesin Önemli	Alternatifler
A1										A2
A1										A3
A1										A4
A2										A3
A2										A4
A3										A4

Alternatifleri adrese teslim kriterine göre değerlendiriniz.

Alternatifler	Kesin Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Eşit Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kesin Önemli	Alternatifler
A1										A2
A1										A3
A1										A4
A2										A3
A2										A4
A3										A4

Alternatifleri güvenli teslim kriterine göre değerlendiriniz.

Alternatifler	Kesin Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Eşit Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kesin Önemli	Alternatifler
A1										A2
A1										A3
A1										A4
A2										A3
A2										A4
A3										A4

Alternatifleri ulaşılabilirlik ve muhatap bulma kriterine göre değerlendiriniz.

Alternatifler	Kesin Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Eşit Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kesin Önemli	Alternatifler
A1										A2
A1										A3
A1										A4
A2										A3
A2										A4
A3										A4

Alternatifleri dağıtıcı firmanın tutumu kriterine göre değerlendiriniz.

Alternatifler	Kesin Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Eşit Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kesin Önemli	Alternatifler
A1										A2
A1										A3
A1										A4
A2										A3
A2										A4
A3										A4

Alternatifleri iade alma kriterine göre değerlendiriniz.

Alternatifler	Kesin Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Eşit Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kesin Önemli	Alternatifler
A1										A2
A1										A3
A1										A4
A2										A3
A2										A4
A3										A4

Alternatifleri bilgi alışverişi kriterine göre değerlendiriniz.

Alternatifler	Kesin Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Eşit Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kesin Önemli	Alternatifler
A1										A2
A1										A3
A1										A4
A2										A3
A2										A4
A3										A4

Alternatifleri sorun çözme kabiliyeti kriterine göre değerlendiriniz.

Alternatifler	Kesin Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Eşit Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kesin Önemli	Alternatifler
A1										A2
A1										A3
A1										A4
A2										A3
A2										A4
A3										A4

Alternatifleri hatalı ürün gönderme oranı kriterine göre değerlendiriniz.

Alternatifler	Kesin Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Eşit Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kesin Önemli	Alternatifler
A1										A2
A1										A3
A1										A4
A2										A3
A2										A4
A3										A4

Alternatifleri kalite standartlarına uygunluk kriterine göre değerlendiriniz.

Alternatifler	Kesin Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Eşit Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kesin Önemli	Alternatifler
A1										A2
A1										A3
A1										A4
A2										A3
A2										A4
A3										A4

Alternatifleri süt verimini artırma kabiliyeti kriterine göre değerlendiriniz.

Alternatifler	Kesin Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Eşit Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kesin Önemli	Alternatifler
A1										A2
A1										A3
A1										A4
A2										A3
A2										A4
A3										A4

Alternatifleri üreme yeteneğine etkisi kriterine göre değerlendiriniz.

Alternatifler	Kesin Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Eşit Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kesin Önemli	Alternatifler
A1										A2
A1										A3
A1										A4
A2										A3
A2										A4
A3										A4

Alternatifleri markanın tanınırlığı kriterine göre değerlendiriniz.

Alternatifler	Kesin Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Eşit Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kesin Önemli	Alternatifler
A1										A2
A1										A3
A1										A4
A2										A3
A2										A4
A3										A4

Alternatifleri güvenilirlik referansı kriterine göre değerlendiriniz.

Alternatifler	Kesin Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Eşit Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kesin Önemli	Alternatifler
A1										A2
A1										A3
A1										A4
A2										A3
A2										A4
A3										A4

Alternatifleri sosyal sorumluluk projeleri kriterine göre değerlendiriniz.

Alternatifler	Kesin Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Eşit Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kesin Önemli	Alternatifler
A1										A2
A1										A3
A1										A4
A2										A3
A2										A4
A3										A4

Alternatifleri çevre duyarlılığı kriterine göre değerlendiriniz.

Alternatifler	Kesin Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Eşit Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kesin Önemli	Alternatifler
A1										A2
A1										A3
A1										A4
A2										A3
A2										A4
A3										A4

Alternatifleri promosyon faaliyetleri kriterine göre değerlendiriniz.

Alternatifler	Kesin Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Eşit Derecede Önemli	Orta Derece Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kesin Önemli	Alternatifler
A1										A2
A1										A3
A1										A4
A2										A3
A2										A4
A3										A4

ÖZ GEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler:

Adı ve Soyadı : Merve ÇOLAK

Doğum Yeri : Çumra (Konya)

Doğum Tarihi : 02.06.1993

Eğitim Durumu:

Lise : Konevi Anadolu Lisesi (2007-2011)

Lisans : Selçuk Üniversitesi Endüstri Mühendisliği (2011-2016)

Yüksek Lisans : Süleyman Demirel Üniversitesi Ekonometri ABD (2016-2018)

Yabancı Dil

İngilizce-İyi