

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
İŞLETME PROGRAMI
DOKTORA TEZİ

**“BULANIK ANALİTİK SERİM SÜRECİ” YAKLAŞIMI İLE
ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME VE BİR İŞLETME
UYGULAMASI**

Aşkın ÖZDAĞOĞLU

Danışman
Prof. Dr. Şevkinaz GÜMÜŞOĞLU

2008

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
İŞLETME PROGRAMI
DOKTORA TEZİ

**“BULANIK ANALİTİK SERİM SÜRECİ” YAKLAŞIMI İLE
ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME VE BİR İŞLETME
UYGULAMASI**

Aşkın ÖZDAĞOĞLU

Danışman
Prof. Dr. Şevkinaz GÜMÜŞOĞLU

2008

Yemin Metni

Doktora Tezi olarak sunduğum “**Bulanık Analitik Serim Süreci**” **Yaklaşımı İle Çok Ölçütlü Karar Verme Ve Bir İşletme Uygulaması**” adlı çalışmanın, tarafımdan, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

Tarih

..../..../2008

Aşkın ÖZDAĞOĞLU

İmza

DOKTORA TEZ SINAV TUTANAĞI

Öğrencinin

Adı ve Soyadı : Aşkın Özdağoğlu
Anabilim Dalı : İşletme
Programı : İşletme
Tez Konusu : “Bulanık Analitik Serim Süreci” Yaklaşımı İle Çok Ölçütlü Karar Verme Ve Bir İşletme Uygulaması

Sınav Tarihi ve Saati:

Yukarıda kimlik bilgileri belirtilen öğrenci Sosyal Bilimler Enstitüsü'nün tarih ve Sayılı toplantısında oluşturulan jürimiz tarafından Lisansüstü Yönetmeliğinin 30.maddesi gereğince doktora tez sınavına alınmıştır.

Adayın kişisel çalışmaya dayanan tezini dakikalık süre içinde savunmasından sonra jüri üyelerince gerek tez konusu gerekse tezin dayanağı olan Anabilim dallarından sorulan sorulara verdiği cevaplar değerlendirilerek tezin,

BAŞARILI OLDUĞUNA OY BİRLİĞİ O
DÜZELTİLMESİNE O* OY ÇOKLUĞU O
REDDİNE O**

ile karar verilmiştir.

Jüri teşkil edilmediği için sınav yapılamamıştır. O***
Öğrenci sınava gelmemiştir. O**

* Bu halde adaya 3 ay süre verilir.

** Bu halde adayın kaydı silinir.

*** Bu halde sınav için yeni bir tarih belirlenir.

Tez, burs, ödül veya teşvik programlarına (Tüba, Fulbright vb.) aday olabilir. Evet
Tez, mevcut hali ile basılabilir. O
Tez, gözden geçirildikten sonra basılabilir. O
Tezin, basımı gerekliliği yoktur. O

JÜRI ÜYELERİ

	<input type="checkbox"/> Başarılı	<input type="checkbox"/> Düzeltme	<input type="checkbox"/> Red	İMZA
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ÖZET

Doktora Tezi

“BULANIK ANALİTİK SERİM SÜRECİ” YAKLAŞIMI İLE ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME VE BİR İŞLETME UYGULAMASI

Aşkın ÖZDAĞOĞLU

Dokuz Eylül Üniversitesi

Sosyal Bilimler Enstitüsü

İşletme Anabilim Dalı

İşletme Programı

Karar problemleri belirli amaçlar ve kısıtlar doğrultusunda çözülmeye çalışılır. Çözüm modeli, geliştirilirken ayrıca elde edilebilecek verilerin de özellikleri gözetilir. Bu durumda amaç ve kısıtların yanında, verilerin deterministik, stokastik veya bulanık; değişkenlerin kalitatif ve kantitatif oluşu karar vericinin geliştireceği modeli doğrudan etkilemektedir. Karar problemlerini çözerken her zaman sayısal verilere ulaşmak mümkün değildir. Dolayısıyla niteliksel veriler de karar alma sürecine girmektedir. Oysa karar verici, çoğu zaman bu faktörleri sezgisel olarak göz önünde bulundurmaktadır. Bir diğer güçlük de birden fazla ölçütün etkileşimli olarak göz önünde tutulmasıyla karar alınması durumudur. Analitik Serim Süreci (ASS) bu amaçla geliştirilmiş çok sayıda seçeneğin yer aldığı çok ölçütlü karar problemlerinde en iyi seçeneği bulan bir tekniktir. Çözüm süreci sonucunda problemde yer alan faktörlerin ağırlıkları elde edilmekte, böylece sonucun ortaya çıkmasında hangi ölçüde payları olduğu belirlenmektedir. Bu çalışmada verilerin bulanık olarak tanımlanabildiği ortamlarda, çok ölçütlü karar verme problemlerini, ölçütlerin etkileşimini de göz önüne alarak çözme amacıyla Bulanık ASS yöntemi geliştirilmiştir. Geliştirilen yöntem, gerçek iş hayatında ortaya çıkan bir tesis yeri seçimi problemi üzerinde uygulanarak işletme açısından başarılı sonuçlar elde edileceğini önermiştir.

Anahtar Kelimeler: Analitik Hiyerarşi Süreci, Analitik Serim Süreci, Bulanık Mantık, Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci, Bulanık Analitik Serim Süreci

ABSTRACT

Doctoral Thesis

MULTI-CRITERIA DECISION MAKING WITH FUZZY ANALYTIC NETWORK PROCESS AND A BUSINESS APPLICATION

Aşkın ÖZDAĞOĞLU

Dokuz Eylül University

Institute of Social Sciences

Department of Business Administration

Business Administration Program

Decision making problems are tried to be solved according to predetermined objectives and constraints. During the development of the solution model, beside these objectives and constraints, the type of variables (qualitative or quantitative), and/or the properties of data (deterministic, stochastic, fuzzy) directly affect the construction of the model. Gaining the quantitative data for decision making problems may not be possible. Therefore, only the qualitative data are had to be considered within decision making process. Then, the data are taken into consideration as heuristically or linguistically. Another problem is to make a decision by considering many interactive factors. Analytic network process (ANP) is a technique which finds the most appropriate alternative in the multicriteria decision problems that have many options. During the solving process, the importance levels of the criteria are obtained. In this study, Fuzzy Analytic Network Process (FANP) method is developed in order to solve the multi criteria decision making problems by taking into consideration the mutual interactions of the criteria in the place where the data can be expressed as fuzzy. The successful results are found out from the viewpoint of the company by applying of the developed method in a facility location selection problem raising in real business world.

Keywords: Analytic Hierarchy Process, Analytic Network Process, Fuzzy Logic, Fuzzy Analytic Hierarchy Process, Fuzzy Analytic Network Process

**“BULANIK ANALİTİK SERİM SÜRECİ” YAKLAŞIMI İLE ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR
VERME VE BİR İŞLETME UYGULAMASI**

YEMİN METNİ	ii
TUTANAK	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
KISALTMALAR	ix
TABLolar LİSTESİ	x
ŞEKİLLER LİSTESİ	xv
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

1. ANALİTİK SERİM SÜRECİ	8
1.1. Karar Verme Süreci	8
1.2. Analitik Hiyerarşi Süreci	9
1.2.1. Hiyerarşik Model	10
1.2.2. Ölçeklendirme	10
1.2.3. Yöntemin Uygulanışının Açıklanması	13
1.2.4. Tutarlılık Oranı	15
1.2.4.1. Tutarlılık Oranının Tahminlenmesi	17
1.2.5. Tüm Önceliklere Göre Karar Vermek İçin AHS Kullanımı	18
1.2.6. Tesis Yeri Seçiminde AHS Kullanımı	19
1.2.7. Tedarikçi Seçiminde AHS Kullanımı	20
1.2.8. AHS Konusunda Yapılan Çalışmalar	22
1.3. Analitik Serim Süreci'ne Geçiş	25
1.3.1. ASS Yönteminin İşleyişi	26
1.3.2. ASS Konusunda Yapılan Çalışmalar	28

İKİNCİ BÖLÜM

2. BULANIK MANTIK	30
2.1. Akıl ve Zeka	30
2.2. Yapay Zeka	30
2.3. Belirsizlik Kavramı	31
2.4. Bulanık Mantık Kavramı	32
2.5. Bulanık Mantık Yönteminin Endüstri Uygulamaları	33
2.6. Bulanık Mantık Yönteminin Üstünlük ve Sakıncaları	35
2.7. Üyelik Fonksiyonları	36
2.8. Bulanık Kümeler	40
2.8.1. Bulanık Küme Notasyonları	41
2.8.2. Destek Kümesi	42
2.9. Bulanık Küme Teorisinde İşlemler	42
2.9.1. Birleşme İşlemi	42
2.9.2. Kesişme İşlemi	43
2.9.3. Bulanık Kümenin Tümlenyeni	44
2.9.4. Bulanık Küme Yapısının Temel Yasaları	44
2.9.5. Bulanık Kümelerde Üssel İşlemler	46
2.10. Bulanık Matematik	46
2.11. Durulaştırma	48
2.11.1. En Büyük Üyelik Yöntemi	49
2.11.2. Ağırlık Merkezi Yöntemi	49
2.11.3. Ağırlık Ortalaması Yöntemi	50
2.11.4. Ortalama - En Büyük Üyelik Yöntemi	51
2.12. Bulanık Kurallar ve Sistemler	52
2.12.1. Doğal Dil	52
2.12.2. Sözel Değişkenler ve Eşikler	53
2.13. Bulanık AHS ve Chang'ın Modifikasyonu	55
2.13.1. Yöntemin İşleyişi	56
2.13.2. Bulanık AHS Konusunda Literatür İncelemesi	58
2.13.3. Bulanık AHS Konusunda Tedarikçi Seçimi Ve Değerlendirilmesine İlişkin Örnek Uygulama	60

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. BULANIK ASS MODELİ VE BİR UYGULAMA	81
3.1. Teorik Çerçeve ve Literatür İncelemesi	81
3.1.1. ASS Konusunda Yapılan Çalışmalar	81
3.1.2. Bulanık ASS Konusunda Yapılan Çalışmalar	83
3.2. Önerilen Bulanık ASS Modeli	83
3.2.1. Modelin Kısıtları ve Varsayımları	83
3.2.2. Bulanık ASS: Matematiksel Model	84
3.3. Tesis Yeri Seçimi ve Bulanık ASS Uygulaması	89
3.3.1. Tesis Yeri Seçimi Konusunda Yapılan Çalışmalar	89
3.3.2. Uygulamanın Gerçekleştirildiği Firma ve Seçim Problemi	90
3.3.3. Uygulama Aşamaları	92
3.3.4. Tesis Yeri Seçiminde Ölçütler	93
3.3.5. Firma İle Görüşmeler Serisi	93
3.3.6. Ölçütlerin Etkileşimlerinin Analiz Edilmesi : Kavram Haritalama Tekniği	94
3.3.7. Değerlendirme Formunun Hazırlanması	98
3.3.8. Problemin Önerilen Bulanık ASS ile Çözümü	99
3.3.8.1. Hesaplamalar ve Sayısal Bulgular	107
3.4. Klasik ASS Yöntemine Göre Hesaplamalar	134
3.5. Bulanık ASS'nin Öznel Ve Rasgele Karar Süreci Olarak Ele Alınması: Monte Carlo Simülasyonu ile Bir Analiz Çalışması	141
3.6. Uygulama Sonuçları ve Değerlendirmeler	159
SONUÇ	167
KAYNAKLAR	175
BİBLİYOGRAFYA	192

KISALTMALAR

AHS	:Analitik Hiyerarşı Süreci
ASS	:Analitik Serim Süreci
Bulanık AHS	:Bulanık Analitik Hiyerarşı Süreci
Bulanık ASS	:Bulanık Analitik Serim Süreci
KFG	:Kalite Fonksiyon Göçerimi

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1: Temel AHS Ölçeği	12
Tablo 2: İlk Ölçüt Açısından Üç Alternatif İçin Öncelikleri Gösteren İkili Karşılaştırma Matrisinin Simgesel Gösterimi	14
Tablo 3: Sütun Toplamlarının Hesaplanması	14
Tablo 4: Satırların Sütun Toplamına Bölümü	14
Tablo 5: Önem Düzeyleri	15
Tablo 6: Tesis Yeri Seçiminde AHS Kullanımı	20
Tablo 7: Tedarikçi Seçiminde AHS Kullanımı	21
Tablo 8: İkili Mantık ile Çoklu Mantığın Anahtar Fikirleri	33
Tablo 9: Bulanık Mantık Denetimin Endüstriyel Uygulamaları	34
Tablo 10: Tedarikçi Seçim Ölçütleri	61
Tablo 11: Lojistik Firmasının Seçimi ve Değerlendirilmesi Açısından Ana Ölçütleri Değerlendirme	63
Tablo 12: Üçlü Bulanık Sayı Değerleri	64
Tablo 13: Lojistik Firmasının Değerlendirilmesi Açısından Bulanık Değerlendirme Matrisi	65
Tablo 14: Ana Ölçüt Olan Fiyat ve Ödeme Olanakları Açısından Alt Ölçütleri Değerlendirme	68
Tablo 15: Ana Ölçüt Olan Fiyat ve Ödeme Olanakları Açısından Bulanık Değerlendirme Matrisi	69
Tablo 16: Ana Ölçüt Olan Kalite Karakteristikleri Açısından Alt Ölçütleri Değerlendirme	72
Tablo 17: Kalite Karakteristiklerinin Değerlendirilmesi Açısından Bulanık Değerlendirme Matrisi	72
Tablo 18: Ana Ölçüt Olan İşbirliği Ve Uyum Açısından Alt Ölçütleri Değerlendirme	76
Tablo 19: İşbirliği ve uyumun Değerlendirilmesi Açısından Bulanık Değerlendirme Matrisi	76
Tablo 20: Firma Seçiminde Ana Ölçütlere İlişkin Önem Düzeyleri	79
Tablo 21: Firma Seçiminde Alt Ölçütlere İlişkin Önem Düzeyleri	79
Tablo 22: Firma Seçiminde Ölçütlere İlişkin Genel Önem Düzeyleri	80
Tablo 23: Örnek Karşılaştırma Formu	98

Tablo 24: Gıda Sektörüne Yönelik Yasal Düzenleme Durumlarından Teşviklerin Yapılması Kontrol Ölçütüne Göre Zaman Süreçleri Açısından Bulanık Değerlendirme Matrisi	107
Tablo 25: Gıda Sektörüne Yönelik Yasal Düzenleme Durumlarından Herhangi Bir Değişikliğin Olmaması Kontrol Ölçütüne Göre Zaman Süreçleri Açısından Bulanık Değerlendirme Matrisi	109
Tablo 26: Gıda Sektörüne Yönelik Yasal Düzenleme Durumlarından Sektöre Yönelik Çeşitli Kısıtlamaların Getirilmesi Kontrol Ölçütüne Göre Zaman Süreçleri Açısından Bulanık Değerlendirme Matrisi	110
Tablo 27: Zaman Süreci Açısından Kısa Vade Kontrol Ölçütüne Göre Yasal Durumlar Açısından Bulanık Değerlendirme Matrisi	111
Tablo 28: Zaman Süreci Açısından Orta Vade Kontrol Ölçütüne Göre Yasal Durumlar Açısından Bulanık Değerlendirme Matrisi	112
Tablo 29: Zaman Süreci Açısından Uzun Vade Kontrol Ölçütüne Göre Yasal Durumlar Açısından Bulanık Değerlendirme Matrisi	112
Tablo 30: Kısa Vade Zaman Süreci Açısından Tesis Yeri Seçimini Etkileyen Ana Ölçütlere İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi	113
Tablo 31: Orta Vade Zaman Süreci Açısından Tesisi Yeri Seçimini Etkileyen Ana Ölçütlere İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi	114
Tablo 32: Uzun Vade Zaman Süreci Açısından Tesisi Yeri Seçimini Etkileyen Ana Ölçütlere İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi	114
Tablo 33: Yasal Düzenlemeler Açısından Gıda Sektörüne Yönelik Teşviklerin Yapılması Kontrol Ölçütüne Göre Tesis Yeri Seçimini Etkileyen Ana Ölçütlere İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi	115
Tablo 34: Yasal Düzenlemeler Açısından Gıda Sektörüne Yönelik Herhangi Bir Değişikliğin Olmaması Kontrol Ölçütüne Göre Tesis Yeri Seçimini Etkileyen Ana Ölçütlere İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi	116
Tablo 35: Yasal Düzenlemeler Açısından Gıda Sektörüne Yönelik Çeşitli Kısıtlamaların Getirilmesi Kontrol Ölçütüne Göre Tesis Yeri Seçimini Etkileyen Ana Ölçütlere İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi	116
Tablo 36: Mesafe Kontrol Ölçütüne Göre Tesis Yeri Seçimini Etkileyen Ana Ölçütlere İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi	117
Tablo 37: Trafik Sıkışıklığı Kontrol Ölçütüne Göre Tesis Yeri Seçimini Etkileyen Ana Ölçütlere İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi	118

Tablo 38: Talep Potansiyeli Kontrol Ölçütüne Göre Tesis Yeri Seçimini Etkileyen Ana Ölçütlere İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi	118
Tablo 39: Tesis Özellikleri Kontrol Ölçütüne Göre Tesis Yeri Seçimini Etkileyen Ana Ölçütlere İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi	119
Tablo 40: Yakın Çevre Ortamı Kontrol Ölçütüne Göre Tesis Yeri Seçimini Etkileyen Ana Ölçütlere İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi	120
Tablo 41: Bulanık ASS Ağırlıksız Süpermatris Yapısı	121
Tablo 42: Bulanık ASS Ağırlıklı Süpermatris Yapısı	122
Tablo 43: Bulanık ASS Kararlı Yapı	124
Tablo 44: Mesafe Ana Ölçütü Açısından Alt Ölçütlere İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi	125
Tablo 45: Trafik Sıkışıklığı Ana Ölçütü Açısından Alt Ölçütlere İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi	125
Tablo 46: Tesis Özellikleri Ana Ölçütü Açısından Alt Ölçütlere İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi	126
Tablo 47: Talep Potansiyeli Ana Ölçütü Açısından Alt Ölçütlere İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi	126
Tablo 48: Yakın Çevre Ortamı Ana Ölçütü Açısından Alt Ölçütlere İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi	127
Tablo 49: Büfelere Olan Uzaklık Alt Ölçütü Açısından Alternatif Kuruluş Yerlerine İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi	127
Tablo 50: Lokantalara Olan Uzaklık Alt Ölçütü Açısından Alternatif Kuruluş Yerlerine İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi	128
Tablo 51: İhale Fırsatları Nedeniyle Askeri Birimlere Olan Uzaklık Alt Ölçütü Açısından Alternatif Kuruluş Yerlerine İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi	128
Tablo 52: Diğer Unlu Mamül Alan Firmalara Uzaklık Alt Ölçütü Açısından Alternatif Kuruluş Yerlerine İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi	129
Tablo 53: Park Yeri İmkanları Alt Ölçütü Açısından Alternatif Kuruluş Yerlerine İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi	129
Tablo 54: Taşıt Yoğunluğu Alt Ölçütü Açısından Alternatif Kuruluş Yerlerine İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi	129
Tablo 55: Alternatif Yolların Varlığı Alt Ölçütü Açısından Alternatif Kuruluş Yerlerine İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi	130

Tablo 56: Tesis Alanı Alt Ölçütü Açısından Alternatif Kuruluş Yerlerine İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi	130
Tablo 57: Şekil Alt Ölçütü Açısından Alternatif Kuruluş Yerlerine İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi	130
Tablo 58: Ana Caddeye Uzaklık Alt Ölçütü Açısından Alternatif Kuruluş Yerlerine İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi	131
Tablo 59: Fiyat Alt Ölçütü Açısından Alternatif Kuruluş Yerlerine İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi	131
Tablo 60: Yüksek Düzeyde Talep Alt Ölçütü Açısından Alternatif Kuruluş Yerlerine İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi	131
Tablo 61: Orta Düzeyde Talep Alt Ölçütü Açısından Alternatif Kuruluş Yerlerine İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi	132
Tablo 62: Düşük Düzeyde Talep Alt Ölçütü Açısından Alternatif Kuruluş Yerlerine İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi	132
Tablo 63: Rakip Firmaların Varlığı Alt Ölçütü Açısından Alternatif Kuruluş Yerlerine İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi	132
Tablo 64: Bakım-Onarım Kolaylıkları Alt Ölçütü Açısından Alternatif Kuruluş Yerlerine İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi	133
Tablo 65: Enerji Olanakları Alt Ölçütü Açısından Alternatif Kuruluş Yerlerine İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi	133
Tablo 66: Tamamlayıcı Ürün Sunan Firmaların Varlığı Açısından Alternatif Kuruluş Yerlerine İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi	134
Tablo 67: Gıda Sektörüne Yönelik Yasal Düzenleme Durumlarından Teşviklerin Yapılması Kontrol Ölçütüne Göre Zaman Süreçleri Açısından İkili Karşılaştırma Matrisi ve Önem Düzeyleri	134
Tablo 68: Gıda Sektörüne Yönelik Yasal Düzenleme Durumlarından Herhangi Bir Değişikliğin Olmaması Kontrol Ölçütüne Göre Zaman Süreçleri Açısından İkili Karşılaştırma Matrisi ve Önem Düzeyleri	135
Tablo 69: Gıda Sektörüne Yönelik Yasal Düzenleme Durumlarından Sektöre Yönelik Çeşitli Kısıtlamaların Getirilmesi Kontrol Ölçütüne Göre Zaman Süreçleri Açısından İkili Karşılaştırma Matrisi ve Önem Düzeyleri	135
Tablo 70: ASS Ağırlıksız Süpermatris Yapısı	137
Tablo 71: ASS Ağırlıklı Süpermatris Yapısı	138
Tablo 72: ASS Kararlı Yapı	139

Tablo 73: Mesafe Ana Ölçütü Açısından Alt Ölçütlere İlişkin İkili Karşılaştırma Matrisi ve Önem Düzeyleri	140
Tablo 74: Büfelere Olan Uzaklık Alt Ölçütü Açısından Alternatif Kuruluş Yerlerine İlişkin İkili Karşılaştırma Matrisi ve Önem Düzeyleri	141
Tablo 75: Süpermatrisin Parçalarını Oluşturan 128'lik Veri Seti Örneği	144
Tablo 76: Alt Ölçüt Ve Alternatiflerin Ağırlıklarını Belirlenmesinde Kullanılan 132'lik Veri Seti Örneği	145
Tablo 77: 1. Veri Seti Ağırlıksız Süpermatris Yapısı	147
Tablo 78: 1. Veri Seti Ağırlıklı Süpermatris Yapısı	148
Tablo 79: 1. Veri Seti Kararlı Yapı	149
Tablo 80: Simülasyon Ana Ölçüt Ağırlıkları	150
Tablo 81: Simülasyon Alt Ölçütlerin Yerel Ağırlıkları	152
Tablo 82: Simülasyon Alt Ölçütlerin Genel Ağırlıkları	153
Tablo 83: Simülasyon Alternatiflerin Yerel Ağırlıkları	154
Tablo 84: Simülasyon Alternatiflerin Genel Ağırlıkları	156
Tablo 85: Simülasyon Alternatiflerin Toplam Genel Ağırlıkları	158
Tablo 86: Ana Ölçütlerin Önem Düzeyleri	160
Tablo 87: Alt Ölçütlerin Bulanık Mantıkta Önem Düzeyleri	161
Tablo 88: Alt Ölçütlerin Klasik Mantıkta Önem Düzeyleri	162
Tablo 89: Alternatiflerin Bulanık Mantıkta Önem Düzeyleri	163
Tablo 90: Alternatiflerin Klasik Mantıkta Önem Düzeyleri	163
Tablo 91: Alternatiflerin Bulanık Mantıkta Genel Önem Düzeyleri	164
Tablo 92: Alternatiflerin Klasik Mantıkta Genel Önem Düzeyleri	165
Tablo 93: Üç Farklı Yönteme Göre Alternatiflerin Genel Önem Düzeyleri	165

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Genel AHS Yapısı	13
Şekil 2: Stratejik Seçim İçin ASS Genel Yapısı	26
Şekil 3: Klasik Mantıkta Küme Aidiyeti	38
Şekil 4: Üçgen Üyelik Fonksiyonu Gösterimi	38
Şekil 5: Yamuk Şeklinde Üyelik Fonksiyonu Gösterimi	39
Şekil 6: Gauss Eğrisi Üyelik Fonksiyonu Gösterimi	39
Şekil 7: Normal Bulanık Küme	40
Şekil 8: Normal Olmayan Bulanık Küme	40
Şekil 9: Bulanık Kümelerde Birleşim İşlemi	43
Şekil 10: Bulanık Kümelerde Kesişim İşlemi	44
Şekil 11: Bulanık Mantıkta Tümleninin Gösterimi	44
Şekil 12: Üçgen Bulanık Sayının Grafik Gösterimi	47
Şekil 13: Yamuk Bulanık Sayının Grafik Gösterimi	48
Şekil 14: En Büyük Üyelik Yöntemi	49
Şekil 15: Ağırlık Merkezi Yöntemi	49
Şekil 16: Ağırlık Ortalaması Yöntemi	51
Şekil 17: Ortalama - En Büyük Üyelik Yöntemi	52
Şekil 18: Genişletme	54
Şekil 19: Daraltma	55
Şekil 20: Tedarikçi Değerlendirme Hiyerarşik Yapısı	62
Şekil 21: Kavram Haritası	96
Şekil 22: Tesis Yeri Seçimi İçin ASS Modelinin Genel Yapısı	97
Şekil 23: Klasik AHS Hesaplamaları İçin Verilerin Nasıl Girileceğini Gösteren Program Fonksiyonuna İlişkin Akış Şeması	99
Şekil 24: Klasik AHS Hesaplamalarındaki Hesaplama Fonksiyonuna İlişkin Akış Şeması	100
Şekil 25: Bulanık AHS Hesaplamaları İçin Verilerin Nasıl Girileceğini Gösteren Program Fonksiyonuna İlişkin Akış Şeması	101
Şekil 26: Bulanık AHS Hesaplama Fonksiyonuna İlişkin Akış Şeması	102
Şekil 27: ASS Hesaplamalarına İçin Verilerin Nasıl Girileceğini Gösteren Program Fonksiyonuna İlişkin Akış Şeması	103
Şekil 28: ASS Hesaplama Fonksiyonuna İlişkin Akış Şeması	103

Şekil 29: Programın Menü Görünümü	104
Şekil 30: AHS Kullanıcı Formu	105
Şekil 31: Bulanık AHS Kullanıcı Formu	105
Şekil 32: AHS Kullanıcı Formunda Açılan Giriş Kutusu	106
Şekil 33: Bulanık AHS Kullanıcı Formunda Açılan Giriş Kutusu	107

GİRİŞ

Hayat, kişisel ya da iş yaşamında olsun, verilen kararlarla yön bulmaktadır. Genellikle, hangi kararın verildiği kadar, ne zaman karar verildiği de önemlidir. İnsan, yaşam, dünya ve tarih, her zaman bu kritik zamanların farkına varılmasına yardım eden dersler ile doludur. Bu hayat dersleri ise deneyerek ve örnekler ile öğrenilir. Çok çabuk karar vermek zararlı olabilir, ancak kararı çok fazla geciktirmek de kaçırılan fırsatlar anlamına gelebilmektedir. Önemli olan nokta, karar vermeye sistematik ve kapsamlı bir yaklaşımdır. Karar verme yaşam kalitesini arttırmaya ve hayatın amacına ulaşmaya bir temel oluşturur (Saaty, 2001).

Her bir karar süreci birer problem olarak algılanır ve model bakış açısıyla yaklaşmayı gerektirir. Bir karar problemini çözerken kurulan model, gerçek sistemi ne kadar iyi temsil ederse, elde edilen sonuçların güvenilirliği de o kadar artar. Özellikle niceliksel etkenler ile birlikte niteliksel etkenlerin de göz önünde bulundurulması sonuçların daha gerçekçi olmasını sağlayacaktır.

Karar verme problemlerine modele dayalı ve matematiksel olarak yaklaşmak, kararın sonucunda elde edilen fayda üzerinde etkili olmaktadır. ASS, karar düzeyleri ve bileşenleri arasında daha karmaşık ve karşılıklı ilişkiler oluşturulmasına izin veren bir yöntem olarak son zamanlarda karar alma konularında kullanılmaya başlanmış olan bir yöntemdir. ASS, kantitatif bilgilerin yanında kalitatif bilgilerin de değerlendirilmesini sağlayan AHS'nin daha genel bir formudur. AHS karar düzeyleri arasında tek yönlü hiyerarşik ilişkiyi kullanan bir karar alma çerçevesi modellerken, ASS tipik olarak, AHS'de hiyerarşinin en üst seviye elemanı karar modeli için genel amacı kapsar.

Analitik Serim Süreci (ASS), ölçüt sayısının çok olduğu ve net sayısal verilere ulaşılamadığı için karar vermenin zorlaştığı durumlarda, karar vericiyi yönlendiren bir tür karar destek süreci olarak tanımlanabilir. ASS'nin diğer geleneksel tekniklerden farkı, analizde sezgiye ve uzman görüşüne de yer verilmesidir (Kahalekai ve Phillips, 2002). ASS'nin bağımlılık ve geribildirim özellikleri nedeniyle, hiyerarşi içerisindeki ölçütler, diğer ölçütlere bağlı oldukları gibi, aynı zamanda kendi içlerinde de bağımlılık gösterebilmektedirler. Bir problemde yer

alan bileşenler arasındaki ilişkiler tek yönlü değil karşılıklı olduğu zaman, hiyerarşik tanımlamalar yeterli olmamaktadır. Bu durumda seviyeler ortadan kalkar, bir ağ ya da serim ortaya çıkar ve bileşenlerin ağırlıklarını bulmak daha karmaşık bir sürecin analizini gerektirir. ASS, problemleri, bileşenler arasındaki ilişkileri ve yönlerini tanımlayarak bir serim şeklinde ifade eder. Bu yapı sayesinde, doğrudan ilişkilendirilmemiş bileşenler arasında olabilecek dolaylı etkileşimler ve geribildirimler de dikkate alınmaktadır (Saaty, 1996). ASS, bir problemde yer alan bileşenler arasındaki ilişkiler tek yönlü değil karşılıklı olduğu zaman, hiyerarşik tanımlamalar yeterli olmadığından dolayı, bir diğer çok ölçütlü karar verme yöntemi olan Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS) yöntemine göre üstünlük taşımaktadır.

Çok ölçütlü ve ölçütlerin etkileşimli olduğu durumlarda ASS başarılı sonuçlar vermektedir. Ancak literatür incelendiğinde bulanık verilerin bulunduğu ortamlarda bu yöntemin henüz uygulama alanı bulmadığı gözlenmektedir. Bu motivasyonla bulanık verilerin göz önüne alındığı ASS yöntemi geliştirilmiş ve henüz hiç uygulanmadığı tesis yeri seçimi problemi için sonuçları klasik yöntemle ve Monte Carlo simülasyonu ile uniform dağılışa uygun rasgele sayılar türetilerek karşılaştırmalı olarak test edilmiştir.

Yöntem Bulanık ASS ile karşılaştırılarak bulanık verilerin karara etkisi gösterilmiştir. Ayrıca Monte Carlo simülasyonu kullanılarak rasgele karar verileri türetilmiş ve Bulanık ASS sürecinde veri olarak kullanılarak Bulanık ASS'nin sezgisel ve uzman bilgisine dayanan sonuçları ile rasgele değerlendirme sonuçları karşılaştırılmıştır. Böylece Bulanık ASS'nin rasgele sonuçlar üretmeyen bir yöntem olduğu vurgulanmıştır.

Geliştirilen modelin uygulanabilirliğini göstermek amacıyla bir işletme problemi ele alınmaktadır. Tesis yeri seçiminde karar alma aşamasında olan Sanek Gıda Mamulleri A.Ş. Firması'nın İstanbul'da faaliyet gösterecek yeni bir tesis açma kararında etkili olan faktörlerin araştırılarak bu faktörlere ilişkin önem düzeyleri belirlenmiştir. Firmanın tesis yeri seçimi kararında destek olabilecek bir yöntem olan Bulanık ASS'nin nasıl işlediği gösterilmiş ve belirlenen alternatifler arasında karar verme amaçlı olarak kullanılmıştır.

Bu çalışmada öncelikle karar verme konusunda temel bilgiler verilmekte, ardından AHS ve karşılıklı etkileşimleri de dikkate alan ASS konusunda açıklamalar yapılmaktadır. Verilerin bulanık olduğu ortamlarda karar verme modellerinde bu bulanıklığın göz önüne alınması gerekir. Bu amaçla, çalışmanın ikinci bölümünde bulanık mantık kavramının çıkış noktası ve temel kuralları açıklanmıştır. Bu açıklamanın devamında Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (Bulanık AHS) konusuna değinilmiş ve işleyişi açıklanmıştır. Üçüncü bölümde ise literatür incelemesi yapılarak AHS, ASS, Bulanık AHS ve Bulanık Analitik Serim Süreci (Bulanık ASS) konularında yapılan çalışmalar incelenmiş ve izleyen kısımda Bulanık AHS'nin işleyişine ilişkin bir uygulama örneği verilmiştir.

Çalışmanın Amacı ve Literatüre Katkısı

Karar verme süreçlerinin özellikle gerçek işletmelerde, çok daha karmaşık ama bunun karşısında, çok daha hızlı işlemesi gerekmektedir. Günümüz işletmelerinin dinamik yapısı, karar kısıt koşullarının net ve değişmez verilerle tanımlanmasını olanaksız kılmaktadır. Tüm bunlara ek olarak karar modelinin kalitatif değişkenlerle tanımlanma durumu eklenirse üst düzey yöneticiye destek olacak, onların uzman görüşlerini değerlendirmelerini, ölçütlerini sistematik bir şekilde analiz etmelerini sağlayacak modellere ihtiyaç vardır. Bu amaçla, özellikle sözel değerlendirmelere dayanan AHS, ASS, Promethee, Electre vb. türev yöntemler önerilmekte ve kullanılmaktadır.

Bu kapsamda, ölçütler arasında etkileşimlerin bulunduğu ve göz önüne alınmak istendiği karar problemlerinde ASS yöntemi kullanım sıklığı açısından öne çıkmaktadır. Ancak klasik ASS yöntemi deterministik değerlendirmelere dayandığı için karar çevresindeki belirsizlikleri yansıtmamaktadır. Bu dezavantaj gözetilerek, bulanık mantık ve klasik ASS sentezine dayanan entegre bir karar modeli geliştirmek amaçlanmış ve literatürde henüz tam olarak doldurulamamış bir boşluğa katkı sağlanmaya çalışılmıştır. ASS modelinin oluşturulması sırasında etkileşimlerin ayrıntılı ve başarılı bir şekilde ortaya çıkarılmasında sistematik bir yöntem olarak kavram haritalamadan yararlanılması çalışmanın literatüre ikincil katkısını oluşturmaktadır. Son olarak, geliştirilen Bulanık ASS modelinin uygulanabilirliğini göstermek amacıyla, bu yaklaşımın daha önce kullanılmadığı bir tesis yeri seçimi problemi ele alınmış ve sonuçları sunulmuştur. Geliştirilen model gıda sektöründe

faaliyet gösteren bir firmada güncel olarak ortaya çıkan gerçek bir işletme probleminde uygulanmıştır. Uygulama süresince kullanıcılara kolaylık sağlaması açısından Excel VBA modülleri kullanılarak Bulanık ASS için bir uygulama aracı geliştirilmiştir.

Gıda ürünleri insanların temel gereksinimi olduğundan gıda sektörünün diğer sektörlere göre üretimde dalgalanmaların daha az yaşandığı bir alan olduğu söylenebilir. Ancak günümüzün giderek ağırlaşan rekabet koşullarında, üretim anlayışları ve tüketici istek ve beklentileri hızla değişmekte ve bu beklentiler temel gıda sektörünü de etkisi altına almaktadır. Bu doğrultuda sağlık, lezzet gibi ölçütler gıda maddelerinde de değişikliklere yol açmıştır. Gıda sektöründe de kepekli ekmek vb. farklı ürünlerin müşteriye sunulması, ürünlerin ambalajlanması firmaların üretim anlayışlarını değiştirmesine yol açmaktadır. Gıda sektöründeki cazip kar oranları da ayrıca bu sektöre yeni firmaların girmesine neden olmakta, bu da firmaların üretim anlayışlarını değiştirmelerine yol açan başka bir neden olarak ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmanın kapsamında firmanın verilerine bağlı olarak atıl kapasite durumundaki makineleri kullanarak İstanbul'da yatırım yapmayı düşünen ve bu sayede Marmara bölgesinde pazara açılmak isteyen firma için alternatif kuruluş yerleri arasında karar vermede yardımcı bir faktör olarak Bulanık ASS yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem alternatifler arasında karar verme durumunda kalan firma için farklı durumlarda da rahatlıkla uygulanabileceği gibi karar alma aşamasında da katkı sağlayacağı düşünülebilir.

Uzman/üst yönetim görüşünün rasgele bir sonuç olmadığını göstermek amacıyla, karar süreci rasgele verilerin türetildiği bir Monte Carlo simülasyonu ile tekrar modelde hesaplanmış ve elde edilen sonuçlar ile Bulanık ASS'nin rasgele sonuçlar üretmediği gösterilmiştir.

Çalışmanın Literatürdeki Yeri

Klasik AHS yöntemi ilk olarak, Thomas L. Saaty tarafından 1977 yılında öne sürülmüş ve izleyen yıllarda da birçok çalışmada kullanılmıştır. Yöntem hızla yaygınlaşarak pek çok sektörde uygulanmış ve uygulanmaya devam etmektedir. Bu konuya ilişkin örneklere ileriki bölümlerde değinilmektedir.

AHS yönteminde tek yönlü hiyerarşik yapılar oluşturularak, bu yapı üzerinden ölçütler değerlendirilmekte ve önem düzeyleri ortaya çıkarılmaktadır. Ancak ölçütlerin net olarak tek yönlü hiyerarşik düzene uymadığı, grup içi ve gruplar arası ilişkilerin çok yönlü ve ağ yapısında olduğu çok ölçütlü karar verme problemleri ile karşılaşıldığında AHS'nin bu koşullarda yetersiz kaldığı ve uyarlanması gerektiği ortaya çıkmıştır. Bu durum ASS yönteminin doğmasına yol açmıştır. Temel olarak AHS mantığında çalışan ASS, sadece tek yönlü değil, tüm yönlerdeki etkileşimleri de göz önüne alacak şekilde uyarlanarak problem çözümlerinde kullanılmaya başlanmıştır. ASS yaklaşımı fikir olarak yine Thomas Saaty tarafından 1980 yılında literatüre sunulmuştur (Saaty, 2001).

ASS, kararı etkilediği halde çözüm sürecinde doğrudan ele alınamayan faktörlerin nasıl ele alınabilecekleri konusunda yol gösteren çok ölçütlü karar verme yöntemidir. ASS'nin diğer tekniklerle (hedef programlama, kalite fonksiyon göçerimi, doğrusal programlama vb.) birlikte kullanıldığı çalışmalar bulunmaktadır. ASS ve amaç programlama tekniklerini biraraya getirerek Kalite Fonksiyon Göçerimi'nde (KFG) ürün planlaması konusunda bir çalışma yapılmıştır (Karsak vd., 2002). Tedarikçi seçiminde kullanılan AHS yönteminin bir uzantısı olarak ASS yöntemi ile daha ayrıntılı tedarikçi değerlendirmeleri yapılmaktadır (Nydick ve Hill, 1992). Stratejik hedeflerle tutarlı olan performans hedeflerini önceliklendirme imkanı tanıyan ASS yöntemi hızlı ve tutarlı karar verme amacıyla kullanılmıştır (Tefapariam ve Lindberg, 2005). Pazar elde etmede müşteri ihtiyaçlarını sağlamak amacıyla proaktif davranmak için önemli olduğunu düşündükleri tedarik zincirleri için değerlendirme çalışması da yine ASS yönteminden yararlanılarak gerçekleştirilmiştir (Agarwal vd., 2005). Ters lojistik işlemlerinde yaşanan problemler için daha gerçekçi ve doğru değerlendirmeler sunan ASS ve dengelenmiş skorkartların bir birleşimi önerilmiştir (Ravi vd., 2005).

Klasik mantık, karmaşık problemlerde ve grup kararlarının alınmasında yeterli esnekliği sağlamaması nedeniyle, bulanık mantık ve bulanık kümeler ile tanımlanmış verilere dayalı çalışmalar artan bir eğilim göstermeye başlamıştır. Çünkü bulanık kümeler ve bulanık mantığa dayalı olarak tanımlanan veriler karar vericinin deneyimlerinden, uzmanlık derecesinden kaynaklanan doğru karardan sapmaları da içermekte, kesin ya da istatistik verilerin elde edilemediği durumlarda uzman görüşlerine dayalı tahmini verilerin kullanımına olanak sağlamaktadır. AHS

uygulamalarına da yansıyan bu eğilim, bulanık veriler ile pek çok farklı işlemler ve aşamalarla geliştirilen Bulanık AHS modelleri olarak sunulmuştur.

Stratejik değerlerin aktarılması, teknolojiye yapılan yatırım ve yapı esnekliği ana ölçütleri ile güvenilirlik, kullanım kolaylığı, yenilik gibi alt ölçütlere göre sermaye göstergelerinin önceliklendirilmesi işleminde Bulanık AHS yöntemi kullanılmıştır (Bozbura ve Beşkese, 2006). Bilişim teknolojisi bölümlerinin performans değerlendirmesi için finansal, müşteri, işletme içi öğrenme ve gelişme ana faktörlerine göre çeşitli performans göstergeleri saptanmıştır (Lee vd., 2006). Toplam gelir, döngü zamanı, darboğaz durumu gibi faktörleri göz önüne alarak ürün, ekipman verimliliği ve finans ana ölçütlerine bağlı olarak ürün karmasını doğru biçimde oluşturma amaçlı olarak uygulanan Bulanık AHS çalışması yapılmıştır (Kang ve Lee, 2007). ASS yöntemiyle çözülen karar verme problemleri AHS'ye göre bağıl olarak yeni olduğundan bu alanda bulanık verilerin kullanımına dayanan çalışmalar da henüz yaygın değildir. Literatürde yayınlanan birkaç çalışmadan biri de sadece öneri niteliği taşımaktadır. Bu çalışma Bulanık ASS konusuna değinmiş ve literatüre bu kavramı "FANP" olarak sunmuştur (Yu ve Cheng, 2007). Bu da Bulanık ASS yönteminin kullanılabilirliğine önemli bir dayanak oluşturmaktadır. Bu çalışma dışında Bulanık ASS yöntemine ilişkin ayrıntılı uygulama içeren bir çalışma olmaması da yöntemin yeniliğini göstermektedir. Bulanık ASS yönteminin yeniliği ve literatürde bu alanda yer alan boşluk değerlendirilerek, çok ölçütlü ve etkileşimli karar verme problemleri için Bulanık ASS yöntemine dayanan bir model geliştirilmiş ve yöntemin henüz uygulanmadığı tesis yeri seçimi problemi için önerilmiştir.

Tesis yeri seçimi hem imalat hem de hizmet sektöründeki birçok işletme açısından genel bir problemdir. Bu problemlerden bazıları yöneticilerin tecrübeleriyle sezgisel olarak çözülebilir; ancak optimal ve başarılı kararlar için bu tecrübe analitik yaklaşımlarla desteklenmelidir. Analitik yaklaşımların arasında, optimizasyon modelleri, ağırlık merkezi tekniği ve coğrafi bilgi sistemleri gibi tesis ve konum alternatifleri hakkında sayısal verileri değerlendiren niceliksel modellerin yanında, grup karar verme teknikleri gibi karar vericilerin öznel düşüncelerini analiz etmek için AHS, ASS gibi sayısal bazı kalitatif yöntemler de bulunmaktadır. Tüm bu modellere ilişkin literatür araştırması uygulama bölümünde sunulmaktadır.

Tesis yeri seçiminde Bulanık ASS yöntemini kullanan herhangi bir çalışmaya ise rastlanmamakta, Bulanık ASS konusundaki uygulamalara katkıda bulunmak ve karmaşık ortam ve faktörlerin bulunduğu tesis yeri seçim problemlerinde karar vericiye ya da karar gruplarına destek olacak bir model olarak sunulmaktadır.

1. ANALİTİK SERİM SÜRECİ

1.1. Karar Verme Süreci

Karar verme, karar verme eylemini inceleyen analitik ve sistematik bir yaklaşımdır. İyi bir karar; matematiksel temele dayanmalı, eldeki tüm verileri ve muhtemel alternatifleri dikkate almalı ve bunlara sistematik bir yaklaşım getirebilmelidir (Render ve Stair, 1991, 154).

Karar verme sürecinde izlenmesi gereken altı temel adım vardır (Heizer ve Render, 2006, 674):

1. Eldeki problemin ve problem üzerinde etkisi olan faktörlerin belirlenmesi: Pek çok durumda en zor aşamayı oluşturur. Bu ilk adım, problemin açık, kısa ve öz olarak ortaya konmasıdır.
2. Karar ölçütlerinin ve hedeflerin belirlenmesi: Yöneticilerin bu aşamada spesifik ve ölçümlenebilir hedefler ortaya koyması gerekmektedir.
3. Hedefler ve eldeki değişkenler arasında bir model veya ilişkinin formüle edilmesi: Bu aşamada söz konusu durumun bir model ile ortaya konması gerekmektedir. Model; bir objenin, bir sistemin veya bir fikrin temsilini ifade etmektedir. Modelin amacı; sistemi açıklamak ve sistemi daha iyi anlamak için karar vericilere yardımcı olmaktır. Modellerin tahmin aracı olma yanında, düşünmeye yardım etme, denemelere olanak verme gibi fonksiyonları da vardır.
4. Çözüm alternatiflerinin tanımlanması ve değerlendirilmesi: Bu aşama, karar problemine olabildiği kadar çok çözüm alternatifi üretmeyi içermektedir. Çok sayıda çözüm alternatifi olması yöneticilerin tercih ettiği bir durumdur.
5. En iyi alternatifin seçilmesi: Belirlenen hedeflerle en tutarlı ve söz konusu hedefleri en üst düzeyde tatmin eden alternatif karar probleminin çözümü olarak tanımlanır.
6. Kararın uygulanması: Seçilen alternatifin uygulanması aşamasıdır. Bu aşama, uygulama planını ve çeşitli görev atamalarını içermektedir.

Organizasyonlarda birçok önemli karar, gruplar tarafından alınmaktadır. Gruplar içerisinde hedefler arasındaki ikame yapısının dengelenmesi, bireyler için olduğundan daha önemlidir, çünkü çatışan hedefler ve karşıt görüşler kaçınılmaz olarak ortaya çıkmaktadır (Davey ve Olson, 1998, 55). Analitik Hiyerarşi Süreci; üyelerin yargılarından bir uzlaşma çıkarma görevini alacak bir aracı olarak ortaya çıkmaktadır (Rangone, 1996, 110).

Matematiksel modeller, ölçülemeyen soyut bilgilerin değerini dikkate alamadığı için bu gerekliliklere cevap verebilecek bir yöntem olarak AHS ortaya çıkmıştır. AHS; karmaşık ve birden çok ölçütün göz önüne alınması gereken durumlar ile başa çıkmak için geliştirilmiş bir karar destek aracıdır (Partovi, 1994, 28).

1.2. Analitik Hiyerarşi Süreci

Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytic Hierarchy Process - AHP) Thomas L. Saaty (1977) tarafından tanımlanmış olan çok ölçütlü karar verme tekniğidir. AHS, bir aktiviteler ya da ölçütler setinin görece önem derecelerini belirlemede kullanılan diğer yöntemlere eklenerek literatürdeki yerini almıştır (Saaty ve Vargas, 1994, 1). Karar vermede kullanılan AHS yönteminin diğer yöntemlerden farkı; kompleks, çok kişili, çok ölçütlü ve çok periyotlu problemleri hiyerarşik olarak yapılandırmasıdır (Wind ve Saaty, 1980, 641). AHS'nin diğer karar verme yaklaşımlarından farklarından bir diğeri de, karar vericinin kişisel yargılarını doğrudan dikkate alabilmesidir (Roper-Lowe ve Sharp, 1990).

Hiyerarşi oluşturmak, insanın deneyimlerini, gözlemlerini, varlıkları ve bilgiyi sınıflandırmak için kullandığı en güçlü yöntemdir. Hiyerarşik sınıflandırmanın -bilinçli ya da bilinçsiz- kullanımı insan düşüncesi kadar eskidir (Saaty, 1990, 13).

Yöntem, hiyerarşinin her düzeyinde belirlenen bir ölçüte göre elemanların bir matris yardımıyla ikişer ikişer karşılaştırılmasından ve bu sayede ağırlıklarının ölçeklendirilmesinden ibarettir. Bu ağırlıklandırma, geniş bir öz vektör problemine dönüştürülmekte ve normalize edilmiş bir ağırlıklar vektörüyle sonuçlanmaktadır. Bu görece ağırlıklar, kaynakların dağıtımında bir önceliğin belirlenmesine yardımcı olmaktadır (Wind ve Saaty, 1980, 641).

AHS'nin bir diğer avantajı da; karar vermede ya da sorun çözümünde grup katılımına olanak sağlamasıdır. AHS'nin temeli, başkaları tarafından kabul edilen fikirleri, yargıları ve gerçekleri; sorunun gerçek görünümü olarak değerlendirmesidir. Grup katılımı, kararı geçerli kılmak için ön koşul olsa da, grup büyüklüğünün artması uygulama güçlüğü yaratabilmektedir. Yöntem sayesinde bireyler ortak bir çözüme ulaşabilmek için, bilgilerini bilimsel ya da içgüdüsel olarak modele dahil ederler. Ancak bu bilgiler, yöntem sayesinde mantıksal bir süreçte işlem görmüş olurlar (Yenginol, 2000, 101)

1.2.1. Hiyerarşik Model

AHS dört aşamadan oluşur (Roper-Lowe ve Sharp, 1990; Zahedi, 1986):

- 1.*Aşama*: Problemi tanımlayan bir hiyerarşi kurulur. En üste amaç yerleştirilir. Bu ana amacın alt düzeylerinde ölçütler yer alır. En alt düzeye ise, alternatifler yerleştirilir.
- 2.*Aşama*: Amaç için önemlerine göre her seviyedeki ölçütlerin ikili karşılaştırmaları yapılır.
- 3.*Aşama*: Seçenekler ile ilgili ikili karşılaştırmalar yapılır.
- 4.*Aşama*: Seçenekler için ağırlıklar elde edilir ve değerlendirilir.

AHS modeli kurarken, problemin şekline göre hiyerarşi yapıları şu şekilde sıralanabilir: (Dyer ve Forman, 1991, 89)

- Amaç, ölçütler, seçenekler
- Amaç, ölçütler, alt ölçütler, seçenekler
- Amaç, ölçütler, alt ölçütler, senaryolar, seçenekler
- Amaç, aktörler, ölçütler, seçenekler
- Amaç, ölçütler, kuvvet dereceleri, çok sayıda seçenek

1.2.2. Ölçeklendirme

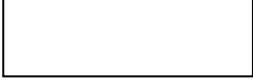
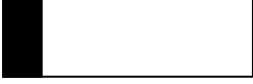



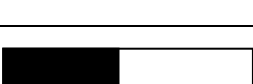
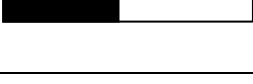


Karar verme aşamasında kullanılan ölçek kararın anlamlı olabilmesi için hem istatistiksel olarak hem de sezgisel olarak anlam taşımalıdır. Sözel

değerlendirmelerde kullanılan farklı ölçekler vardır. Nominal ölçekler sadece tanımlamalarda kullanıldıklarında anlam taşırlar. Sıralama ölçekleri bir grup verinin belli bir birimde aldıkları değere göre sıralanmalarından ibarettir. İçsel ölçekler, ölçeğin yapısından kaynaklanan farklılıkları gösterirler. Örneğin 100 santigrat derecenin 50 santigrat dereceden daha sıcak olduğu bilinir, ama bu 100 derece iki kat daha sıcaktır anlamına gelmez. Bu şekildeki karşılaştırmalı ölçümler mutlak bir sıfırdan başlarlar ve sıfır kabul edilen nokta değiştiğinde, değer de değişir. Oysa AHS sonuçlarından elde edilen oran ölçekleri, anlamlı karşılaştırma olanağı sağlarlar. Örneğin mesafe ve para birimleri oran ölçeklerine örnek olarak verilebilir. 100 milyon TL, 50 milyon TL'nin iki katıdır (QFD Institute, 1999, 5).

AHS'nin değerlendirme aşamasında nominal ölçek kullanılır. AHS'de kullanılan nominal ölçek karar vericiye, tecrübe ve bilgisini karar sürecine sezgisel ve doğal bir şekilde aktarma şansı verir. Bu ölçek karar vericinin tercihlerindeki küçük değişikliklere karşı duyarsızdır, böylece yargılardaki belirsizliğin etkilerini en aza indirmektedir (Partovi, 1994, 29).

AHS'de iki aktivitenin karşılaştırılması Tablo 1'de düzenlenen ölçek kullanılarak yapılır. Uygulamada satırlar sütunlarla karşılaştırılarak " satırdaki aktivite sütundaki aktiviteye göre ne kadar daha önemli ?" sorusunun cevabı, her bir hücre için verilmektedir. Aynı aktivitelerin kesiştiği ve matriste köşegen oluşturan hücrelerde eşit önemi temsil eden "1" değerleri bulunmaktadır. Köşegenin alt kısmı ise kendiliğinden ortaya çıkmaktadır. Çünkü, matrisin a_{ij} hücresinin değeri x ise a_{ji} hücresinin değeri $1/x$ olmaktadır (Yenginol, 2000, 102).

Tablo 1: Temel AHS Ölçeği

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1 	Eşit Önem	İki aktivite amaca eşit derecede katkıda bulunmaktadır
2 	Zayıf	
3 	Ortalama Önem	Deneyim ve görüşler bir aktiviteyi daha öne çıkartmaktadır
4 	Ortalama Üzeri Önem	
5 	Güçlü Önem	Deneyim ve görüşler bir aktiviteyi diğerine göre çok daha öne çıkartmaktadır
6 	Güçlü Üzeri Önem	
7 	Çok Güçlü ve İspat Edilmiş Önem	Bir aktivite diğerine göre daha önemli ve bu önem deneylerle kanıtlanmaktadır
8 	Çok Çok Güçlü Önem	
9 	Sıra dışı Önem	Deliller bir aktiviteyi en yüksek doğrulamayla daha öne çıkartmaktadır

Kaynak: Saaty, 2001, 26

AHS yönteminde temel olarak karşılaştırmanın (1-9) ölçeği ile yapılması önerilmesine rağmen, (1-3) ya da (1-5) ölçeğinin daha tutarlı sonuçlar verdiği saptanmıştır (Moisiadis,1999, 204-211). Bunun nedeni, (1-9) ölçeğinde önem derecesi farklarının ayırt edilmesinin güç olmasıdır.

İkili karşılaştırma işlemi, bir üst düzeydeki ölçüte bağlı olarak bir alt düzeydekilerin kendi aralarında karşılaştırılmaları şeklinde gerçekleştirilir. İkili karşılaştırmalar sonucunda aşığıdaki gibi bir matris elde edilmektedir (Saaty, 1994).

$$A = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ \begin{matrix} 1 \\ a_{21} \\ \dots \\ a_{n1} \end{matrix} & \begin{matrix} 1 \\ a_{12} \\ \dots \\ a_{n2} \end{matrix} & \dots & \dots & \begin{matrix} a_{1n} \\ a_{2n} \\ \dots \\ 1 \end{matrix} \end{matrix}$$

Burada

n = Değerlendirilecek ölçüt sayısı,

C_i = i . ölçütü,

a_{ij} = i . ölçütün j . ölçüte göre önemini

ifade etmektedir. İkili karşılaştırmalar matrisinde $a_{ji}=1/a_{ij}$ ve $i = j \Rightarrow a_{ij}=1$ olur (Genest ve Zhang, 1996). C_i ölçütü C_j ölçütüne göre a_{ij} kat önemliyse, C_j ölçütü C_i ölçütüne göre $1/a_{ij}$ kat önemlidir.

1.2.3. Yöntemin Uygulanışının Açıklanması

Bu kısımda AHS'ye göre seçim yapmak için yapılan karşılaştırmalar açıklanmaktadır. Buna ilişkin hiyerarşik yapı Şekil 1'de gösterilmiştir. İkili karşılaştırma matrisindeki değerler şu şekilde ifade edilebilir.

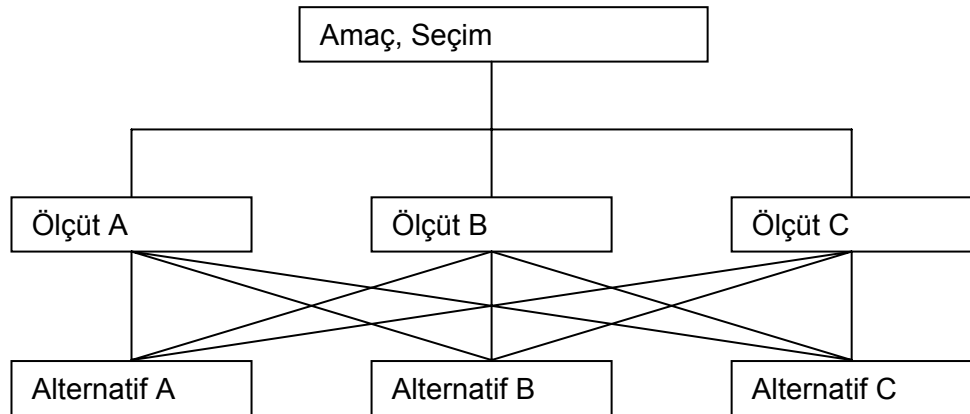
P_{ij} : i . Seçenek ya da ölçütün j . Seçenek ya da ölçüte göre karşılaştırmalı önem derecesi

W_{ik} : i . Seçeneğin k . Ölçüte göre göreceli önem derecesi

C_k : k . Ölçüt

WS_{ik} : i . Seçeneğin k . Ölçüte göre ağırlıklı toplamı

n : Karşılaştırma yapılan seçeneklerin sayısı



Şekil 1: Genel AHS Yapısı

İlk ölçüt açısından alternatiflerin önceliklerini gösteren ikili karşılaştırma matrisinin simgesel gösterimi Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2: İlk Ölçüt Açısından Üç Alternatif İçin Öncelikleri Gösteren İkili Karşılaştırma Matrisinin Simgesel Gösterimi

C ₁	Alternatif 1	Alternatif 2	Alternatif 3
Alternatif 1	P ₁₁	P ₁₂	P ₁₃
Alternatif 2	P ₂₁	P ₂₂	P ₂₃
Alternatif 3	P ₃₁	P ₃₂	P ₃₃

Tablo 2'deki verilere göre önem derecelerinin belirlenmesi adım adım anlatılmıştır.

Adım 1. Her sütundaki değerleri topla. Sütun toplamalarının alınması Tablo 3'te gösterildiği gibidir.

Tablo 3: Sütun Toplamalarının Hesaplanması

$\sum_{i=1}^n P_{i1}$	$\sum_{i=1}^n P_{i2}$	$\sum_{i=1}^n P_{in}$
-----------------------	-----------------------	-------	-----------------------

Adım 2. Karşılaştırma matrisindeki her elemanı ait olduğu sütunun toplamına böl. Adım 2'de yapılan işlemlerin gösterimi Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4: Satırların Sütun Toplamına Bölümü

Ölçüt	Alternatif 1	Alternatif 2	...	Alternatif n
Alternatif 1	$\frac{P_{11}}{\sum_{i=1}^n P_{i1}}$	$\frac{P_{12}}{\sum_{i=1}^n P_{i2}}$...	$\frac{P_{1n}}{\sum_{i=1}^n P_{in}}$
Alternatif 2	$\frac{P_{21}}{\sum_{i=1}^n P_{i1}}$	$\frac{P_{22}}{\sum_{i=1}^n P_{i2}}$...	$\frac{P_{2n}}{\sum_{i=1}^n P_{in}}$
...
Alternatif n	$\frac{P_{n1}}{\sum_{i=1}^n P_{i1}}$	$\frac{P_{n2}}{\sum_{i=1}^n P_{i2}}$...	$\frac{P_{nn}}{\sum_{i=1}^n P_{in}}$

Not: Matristeki her sütunun toplamı 1 olmalıdır.

Adım 3. Her sütündeki elemanların ortalamasını hesapla. Bu işlem sonucunda bulunan önem düzeyleri Tablo 5'teki gibidir.

Tablo 5: Önem Düzeyleri

Ölçüt	Önem Düzeyi
Alternatif 1	$\frac{\frac{P_{11}}{n} + \frac{P_{12}}{n} + \dots + \frac{P_{1n}}{n}}{\sum_{i=1}^n \frac{P_{i1}}{n} + \sum_{i=1}^n \frac{P_{i2}}{n} + \dots + \sum_{i=1}^n \frac{P_{in}}{n}} = W_{11}$
Alternatif 2	$\frac{\frac{P_{21}}{n} + \frac{P_{22}}{n} + \dots + \frac{P_{2n}}{n}}{\sum_{i=1}^n \frac{P_{i1}}{n} + \sum_{i=1}^n \frac{P_{i2}}{n} + \dots + \sum_{i=1}^n \frac{P_{in}}{n}} = W_{21}$
...	...
Alternatif n	$\frac{\frac{P_{n1}}{n} + \frac{P_{n2}}{n} + \dots + \frac{P_{nn}}{n}}{\sum_{i=1}^n \frac{P_{i1}}{n} + \sum_{i=1}^n \frac{P_{i2}}{n} + \dots + \sum_{i=1}^n \frac{P_{in}}{n}} = W_{n1}$

Hesaplamalar sonucu bulunan satır ortalaması sütunundaki değerler üç alternatifin birinci ölçüt açısından göreceli önem derecelerini yüzde olarak vermektedir. Burada elde edilen değerler bir öncelik vektörü şeklinde aşağıdaki gibi yazılabilir:

$$W_{i1} = \begin{bmatrix} W_{11} \\ W_{21} \\ \dots \\ W_{n1} \end{bmatrix} \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

1.2.4. Tutarlılık Oranı

Verilecek nihai kararın kalitesi ve tutarlılığı açısından göz önüne alınması gereken önemli bir husus ise tutarlılık oranıdır (Taha, 2003, 507). Tutarlılık sorununun üstesinden gelmek için karar verici tarafından sağlanan ikili karşılaştırma yargıları arasındaki tutarlılık derecesini ölçmek amacıyla, AHS bir ölçek içermektedir. Eğer, tutarlılık derecesi kabul edilebilir bir seviyede ise, karar süreci devam edebilir. Bununla beraber, tutarlılık derecesi, kabul edilemez bir seviyede ise karar verici durumu yeniden göze almalı ve analize devam etmeden önce ikili karşılaştırma değerlerini revize etmelidir (Taylor, 2002, 380).

İkili karşılaştırmalar matrisi (A), sonuç olarak bulunan öncelikler vektörüyle (w) çarpılarak yeni bir vektör elde edilir. Burada λ_{max} , A matrisinin maksimum öz değeridir. Elde edilen bu yeni vektörün elemanlarını, öncelikler vektörünün karşılık gelen bileşenlerine bölerek bölüm sonucu elde edilen elemanların toplamı bulunur. Bu değer, eleman sayısına bölünmesi ile maksimum özdeğer (λ_{max})'ın bir tahmini elde edilmiş olur. λ_{max} n eleman sayısına ne kadar yakın bir değer olursa sonuç o kadar tutarlı demektir (Kumar ve Ganesh, 1996).

Problemlerde tutarlılıktan ne kadar uzaklaşıldığı ikili karşılaştırmalar matrisinden elde edilen tutarlılık endeksi adı verilen (Monsuur, 1996)

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

değerin, değerlendirmesi AHS'nin 1'den 9'a sayısal ölçütünden rasgele seçilen aynı boyuttaki bir rassal matrisin tutarlılık endeksi ile karşılaştırılarak belirlenebilir.

Buradaki değerler şu şekilde ifade edilebilir.

CI = tutarlılık endeksi

λ_{max} = maksimum özdeğer

n = eleman sayısı

AHS bir tutarlılık oranı hesaplamak suretiyle, ikili karşılaştırma matrisindeki yargıların tutarlılığını ölçmeyi sağlamaktadır. Bu oran çeşitli örneklerle dayanarak 0,10 olarak tespit edilmiştir. Tutarlılık oranının 0,10 değerini aşması tutarsızlığın bir göstergesidir ve bu durumda karar verici ikili karşılaştırma matrisinde elde ettiği verileri gözden geçirmelidir. Tutarlılık oranının 0,10 veya daha düşük çıkması tutarsızlığın kabul edilebilir bir seviyede olduğunu göstermektedir (Taha, 1997, 525; Nezhad ve Baharlou, 1991).

Tutarlılık Oranının 0,1' den yüksek olduğu durumlarda problem üzerinde yeniden çalışılmalı ve yargılar yeniden ele alınmalıdır. Yargıların revize edilmesi ile olumlu bir tutarlılık düzeyine erişilemez ise problemin daha doğru bir biçimde tekrar

kurulması ve sürecin en baştan ele alınması önerilmektedir (Saaty ve Vargas, 1994, 9). Ancak bazı çalışmalarda tutarlılık oranının 0,20'ye kadar kabul edilebilir seviyede olduğu da belirtilmektedir (Saaty, 2001, 57).

1.2.4.1. Tutarlılık Oranının Tahminlenmesi

Adım 1. İkili karşılaştırma matrisinin ilk sütunundaki her değeri ilgili alternatifin göreceli öncelik değeri ile çarp. İkili karşılaştırma matrisinin ikinci sütunundaki her değeri ilgili alternatifin göreceli öncelik değeri ile çarp. İkili karşılaştırma matrisinin üçüncü sütunundaki her değeri ilgili alternatifin göreceli öncelik değeri ile çarp. Ağırlıklı toplam vektör değerlerini elde edebilmek için matris hesaplamasındaki ilgili değerleri topla. Bir seçim probleminde bulunan ağırlıklı toplam vektörünün hesaplanma sırası aşağıda verilmiştir.

$$\sum_{i=1}^n \left(W_{i1} \cdot \begin{bmatrix} P_{1i} \\ P_{2i} \\ \dots \\ P_{ni} \end{bmatrix} \right) = \begin{bmatrix} WS_{11} \\ WS_{21} \\ \dots \\ WS_{n1} \end{bmatrix} \quad \text{Ağırlıklı toplam vektörü}$$

Adım 2. Adım 1'de elde edilen ağırlıklı toplam vektörünün elemanlarını aynı sıraya karşılık gelen öncelik değerine böl. Bir seçim problemi için adım 2 işlemi sonucunda elde edilen değerlerin hesaplanması aşağıda verilmiştir.

$$\begin{aligned} & WS_{11} / W_{11} \\ & WS_{21} / W_{21} \\ & WS_{31} / W_{31} \end{aligned}$$

Adım 2'de bulunan değerlerin ortalamasını hesapla. Bu değer λ_{max} olarak simgelenir.

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{WS_{i1}}{W_{i1}}}{n}$$

Adım 3. CI olarak ifade edilen tutarlılık indeksini hesapla. CI değerinin nasıl bulunduğu aşağıda bir formül ile gösterilmiştir.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

Bu formüldeki n sembolü karşılaştırılan alternatiflerin sayısını vermektedir.

Adım 4. CR olarak ifade edilen tutarlılık oranını hesapla. Tutarlılık oranının bulunmasına ilişkin formül aşağıda gösterilmiştir.

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

Bu formüldeki *RI* değeri rassal indeksi ifade etmektedir. Rassal indeks, karşılaştırma matrisinden rassal olarak üretilen tutarlılık indeksi değeridir (Sweeney, 1986, 153). Rassal indeks değeri karşılaştırma yapılan ölçüt ya da alternatif sayısına göre değerler almaktadır. Daha önce değinildiği üzere, tutarlılık oranının 0,10 ya da daha düşük olması kabul edilebilir düzeyi göstermektedir. Ancak bazı çalışmalarda tutarlılık oranının 0,20'ye kadar kabul edilebilir seviyede olduğu da belirtilmektedir (Saaty, 2001, 57).

Bu aşamaya kadar yapılan ikili karşılaştırmalar ve önem yüzdeleri hesaplamaları aynı sistematik içerisinde diğer ölçütler için de uygulanır.

Karar alternatifleri için karşılaştırma matrislerine ek olarak, ölçütlerin de en iyi alternatifin seçimine yaptığı katkıyı belirlemek amacıyla, ölçütler için de benzer ikili karşılaştırma işlemlerini uygulamak gerekmektedir. Bu ölçütlerin kendi içindeki öncelik derecelerini belirlemek amacıyla da AHS işlemleri uygulanır. Ölçütlerin seçimde önem dereceleri W_c ile simgelenir. Buna göre her ölçütün karşılaştırması önem dereceleri bir matris olarak şu şekilde gösterilebilir:

$$\begin{bmatrix} W_{c_1} \\ W_{c_2} \\ \dots \\ W_{c_m} \end{bmatrix}$$

Bu ölçütlerin öncelikleri saptandıktan sonra her alternatif için tüm ölçütlere göre seçim aşaması incelenmiştir.

1.2.5. Tüm Önceliklere Göre Karar Vermek İçin AHS Kullanımı

En iyi seçeneğin belirlenmesi için, öncelikle ölçütlerin amaca göre önemliliklerinin derecesi bulunur. Yani ölçütler, amaç dikkate alınarak karşılaştırılır. Daha sonra her ölçütün alt ölçütlerinin, o ölçüt üzerindeki etkilerinin derecesi bulunur. En son

olarak, seçeneklerin alt ölçütleri karşılama dereceleri, seçenekleri her bir alt ölçüte göre karşılaştırarak hesaplanır (Webber vd., 1996).

Her karar alternatifi için öncelikleri hesaplamak için kullanılan prosedür, ölçütlerin önem derecesini yansıtan bir ağırlık derecesi olarak düşünülerek işlemlere devam edilmesidir. Her ölçütün ağırlıklı puanı, diğer bir ifadeyle öncelik derecesi karşılaştırma yapılacak alternatifin bu ölçüte göre aldığı öncelik değeri ile çarpılır ve bu işlem tüm ölçütler için tekrarlanır. Bu elde edilen değerler toplandığında alternatifin tüm ölçütler göz önüne alındığı durumdaki öncelik değeri saptanmış olur.

$$\begin{aligned}\sum_{i=1}^m W_{c_i} \cdot W_{1i} &= W_1 \\ \sum_{i=1}^m W_{c_2} \cdot W_{2i} &= W_2 \\ &\dots\dots\dots \\ \sum_{i=1}^m W_{c_n} \cdot W_{ni} &= W_n\end{aligned}$$

En iyi alternatif = *en büyük* (W_1, W_2, \dots, W_n)

AHS etkili ve etkin bir problem çözme yöntemi olarak teknik ve ölçütlerin yanında problemi küçük parçalara ayırır ve hiyerarşik bir yapıda çözer. Karar problemi sosyal, ekonomik, teknik ve politik faktörleri içerebilir.

AHS kaynak dağılımı, fayda-maliyet analizi, performans ölçümü, işe alınacak personelin seçimi gibi konularda kullanılabilir. AHS'nin diğer bir avantajı da problem çözme ya da karar alma aşamasında, takım çalışmasına izin vermesidir. AHS kararları, yargıları değerlendirmede bir temel oluşturur.

1.2.6. Tesis Yeri Seçiminde AHS Kullanımı

Tesis yeri seçiminde AHS yöntemi kullanılarak karar verilmesi için belirlenen ölçütler ve bu ölçütlere ilişkin alternatifleri gösteren bazı örnekler vermek mümkündür. Bunun için oluşturulan genel AHS hiyerarşik yapısı Şekil 1'de gösterilmiştir. Bu alanda kurgulanmış çeşitli örnekler Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6: Tesis Yeri Seçiminde AHS Kullanımı

AMAÇ	KARAR ÖLÇÜTLERİ	ALTERNATİFLER
Roche kimya fabrikası yeni tesis kurulması	<ul style="list-style-type: none">➤ Çevreye etkisi➤ İşçi maliyetleri ve bulunabilirliği➤ Ulaşım sistemi	<ul style="list-style-type: none">➤ Ankara➤ İzmir➤ Bursa
Reci's restoran yeni şubesi	<ul style="list-style-type: none">➤ Park imkanı➤ Maliyet➤ Çevre firmalar	<ul style="list-style-type: none">➤ Alsancak➤ Karşıyaka➤ Bornova
Kasabanın yeni okul ihtiyacı	<ul style="list-style-type: none">➤ Kasaba halkı➤ Öğretmenler➤ Öğrenciler➤ Kasaba idaresi	<ul style="list-style-type: none">➤ Mevcut okulu genişletmek➤ Yeni okul yapmak

Kaynak: Russell ve Taylor, 2004, 332'den geliştirilmiştir.

Tablo 6'daki örnekler incelendiğinde, bir kimya fabrikası kurulmasında, bir restoranın yeni bir şube açma çalışmalarında ve bir okulun yerinin değişip değişmemesi konusunda karar almak için kurulacak yapılar açıklanmıştır. Tablo 6'da görüldüğü üzere, bir kimya fabrikası kurulmak istendiğinde; firma yöneticilerini göz önüne alması gereken bazı temel ölçütler, kurulacak fabrikanın çevreye etkisi, işçi maliyetleri ve kuruluş yerinde bulunabilir olması ve bölgenin ulaşım sistemidir. Bu ölçütler; bir kimya fabrikası için temel ölçütlerdir, tabii ki bu ölçütler arttırılabilir ve temel ölçütlerin altında alt ölçütler de belirlenebilir. Bu ana ve alt ölçütlerin belirlenmesi tesis yeri seçimi kararı verecek olan firmanın gereksinimlerine göre belirlenmiştir. Bir restoran yeni bir şube açmak istediğinde; firma yöneticilerini göz önüne alması gereken bazı temel ölçütler, şubenin çevresinde park imkanlarının yeterliliği, şubenin getireceği ek maliyetler ve çevredeki firmaların yoğunluğu olabilir. Bu ölçütlerin arttırılması mümkündür. Bir sonraki örnek ise bir kasabanın yeni okul ihtiyacını gidermek için yeni bir okul yapılması ya da mevcut okulun onarılması alternatiflerinin karşılaştırılması ile ilgilidir. Bu konuda karar vericiler olarak kasaba halkı, öğretmenler, öğrenciler ve kasaba idaresinin tercihleri göz önüne alınacaktır (Russell ve Taylor, 2004).

1.2.7. Tedarikçi Seçiminde AHS Kullanımı

Tedarikçi seçiminde AHS yöntemi kullanılarak karar verilmesi için belirlenen ölçütler ve bu ölçütlere ilişkin alternatifleri gösteren bazı örnekler vermek mümkündür. Örneğin; bir tedarikçi değerlendirmesinde göz önüne alınabilecek en temel ölçütler şu şekilde gösterilebilir. Tablo 7'de görüldüğü üzere, bir tedarikçi

seçiminde kullanılabilir en temel ölçütler; kalite ve maliyet olarak ortaya çıkmaktadır. Kamp çadırı hammaddesi için tedarikçi seçilmek istendiğinde, kullanılabilir temel ölçütler; hammaddenin dayanıklılığı ve ürünün kolay kullanılabilirliğidir (Russell ve Taylor, 2004, 328). Lays üreticileri, belli bir kalite standardına uygun ve müşterilerinin ihtiyaçlarını karşılayan cipsleri üretebilmek için çeşitli patates üreticilerinden numuneler alarak, bazı testlere tabi tutacak ve patatesin su içeriği oranlarını, nişasta seviyesini ve birim ağırlıklarını belirleyecek ve belli alt ve üst kontrol limitleri arasında olmasını isteyecektir (Russell ve Taylor, 2004).

Tablo 7: Tedarikçi Seçiminde AHS Kullanımı

AMAÇ	KARAR ÖLÇÜTLERİ	ALTERNATİFLER
Tedarikçilerin değerlendirilmesi	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kalite ➤ Maliyet 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tedarikçi A ➤ Tedarikçi B ➤ Tedarikçi C
Kamp çadırı hammaddesi	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dayanıklılık ➤ Kullanılabilirlik 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tedarikçi A ➤ Tedarikçi B ➤ Tedarikçi C
Lays patates cipsi	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Su içeriği ➤ Nişasta seviyesi ➤ Ağırlık 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ödemiş'teki çiftlik ➤ Bergama'daki çiftlik ➤ Torbalı'daki çiftlik
ERP yazılımı satın alınması	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sistemin maliyeti ➤ Mevcut yazılıma uygunluğu ➤ Uygulama kolaylığı 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Peoplemax ➤ SIP ➤ Delphi
Çok uluslu giyim firması	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ülkenin politik düzeni ➤ Ülkenin taşıma sistemi ➤ Ülkenin ticari düzenlemeleri 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tedarikçi A ➤ Tedarikçi B ➤ Tedarikçi C
Seyahat ajansı	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Ortam ➤ Konum (güvenlik, restoran benzeri yerlere yürüme mesafesi, ulaşım) ➤ Ülkenin ticari düzenlemeleri 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Hilton ➤ Efes ➤ Prenses
Migros et tedarikçisi	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tazelik ➤ Maliyet ➤ Sağlık standartlarına uygunluk 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tedarikçi A ➤ Tedarikçi B ➤ Tedarikçi C
Lojistik firmasını seçme	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Maliyet ➤ Aktarma ➤ Zamanında teslim ➤ İzleme 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Horoz Lojistik ➤ Barsan Lojistik
Hilton oteli havlu ve yatak çarşafı ihtiyacı	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Dayanıklılık ➤ Maliyet ➤ Görünüm 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tedarikçi A ➤ Tedarikçi B ➤ Tedarikçi C

Kaynak: Russell ve Taylor, 2004, 328'den geliştirilmiştir.

Tablo 7'deki diğer örnekler incelendiğinde, bir firma ERP yazılımı satın almak istediğinde, alım yapacağı firmayı seçmek için, sistemin maliyetine, elinde mevcut olan yazılıma uygunluğuna ve kullanım kolaylığına bakarak karar verecektir. Çok uluslu bir giyim firması üretimi için gerekli malzemeleri sağlarken bir sürekliliğe ihtiyaç duyacaktır. Bu sebepten dolayı, tedarikçiler arasında seçim yaparken kullanabileceği ölçütler; tedarikçinin faaliyette bulunduğu ülkenin politik düzeni, taşıma sistemi ve ticari düzenlemeleridir (Russell ve Taylor, 2004, 329). Ülkemizin, son yıllarda yaşanan güncel sorunlarından olan serbest bölgelerin kaldırılıp, hükümetin o bölgelerde faaliyet gösteren firmalardan vergi alma girişimlerinde bulunması, Türkiye'nin yabancı yatırımcılar açısından riskli bir ülke olarak görülmesine neden olmakta ve yatırımcıları istikrar vaat eden ülkelere yönlendirmektedir. Yine politik düzen ve ticari düzenlemelerdeki değişikliklerden dolayı Türkiye'den uzun soluklu hammadde tedariki için ilişki kurmak isteyen ülkelerde tercihlerini başka ülkelere yana kullanmaktadır. Bir seyahat ajansı, yurtdışı bir seyahat turu düzenlemek istemektedir. Bu tur için yurtdışındaki bazı oteller arasında seçim yapmak durumundadır. Bu seçim aşamasında göz önüne alabileceği ölçütler; otelin bulunduğu ortam; güvenlik, çeşitli tur faaliyetlerinde bulunulacak olan restoran, tarihi, turistik yerlere ulaşım açısından konum ve ülkenin ticari düzenlemeleri olarak belirlenebilir.

Migros süpermarket zinciri için ihtiyaç duyduğu et ürünlerini satın alırken tazelik, maliyet ve en önemlisi rakip firmalar karşısında sağlıksız ürünler nedeniyle onarılamaz imaj kayıplarına uğrayabileceği için sağlık standartlarına uygunluk ölçütlerini göz önüne almak durumundadır. Lojistik firması seçiminde dikkate alınması gereken ölçütler; taşıma işlemlerinin maliyeti, ürünlerin hasar görmeden ve eksiksiz bir şekilde teslimi, zamanında teslim ve araçların ne zaman, nerede olduğunu izleme imkanlarıdır. Hilton oteli hizmet sunumunda kullandığı havlu ve yatak çarşaflarını tedarik ederken, bu malzemelerin dayanıklılığı, kalitesi ve bunlar kadar önemli olan görünümüne göre tedarikçi firmasını seçecektir (Russell ve Taylor, 2004).

1.2.8. AHS Konusunda Yapılan Çalışmalar

Pratik kullanımı ve avantajları ile geniş uygulama alanı bulan AHS'ye örnek olarak, veritabanı seçimi, finans, makro ekonomik tahminleme, ürün tasarımı,

portföy seçimi, kaynak dağıtımı (bütçe, enerji, sağlık), politik strateji, ulaşım, eğitim, tesis yeri seçimi, teknoloji transferi konuları verilebilir (Vargas, 1990).

Müşteri istek ve ihtiyaçlarının ürün karakteristiklerine yansıtılmasına imkan tanıyan Kalite Fonksiyon Göçerimi (KFG) tekniğinde müşteri istek ve ihtiyaçlarının önceliklendirilmesinde halen klasik AHS yöntemi kullanılmaktadır. KFG yöntemi de 1970'li yıllarda Kobe tersanelerinde süper tanker kargo gemilerinin inşaatında kullanılmaya başlandığında müşteri istek ve ihtiyaçları ile bu istek ve ihtiyaçları karşılayacak teknik karakteristikler arasında 1-3-5-7-9 şeklinde değerler kullanılırken müşteri isteklerinin önceliklendirilmesinde ikili karşılaştırma matrisi sonucunda elde edilen ağırlıkların kullanılması farklı ölçüm birimlerinin aynı kalite evinde kullanılmasının doğru olmayacağı şeklinde eleştiriler getirmiştir. Buna yönelik olarak ölçü birimlerini standartlaştırmak için de yine AHS'den yararlanılarak 1-3-5-7-9 ölçeği de ikili karşılaştırma matrisi ile ağırlık değerlerine dönüştürülerek kalite evinde kullanılmaya başlanmıştır (Zultner, 2005). Bu da klasik ya da bir başka deyişle geleneksel AHS yönteminin hala geçerliliğini koruduğunu; Bulanık AHS yöntemi ile kişisel yargıların farklılığının yaratabileceği değerlendirme farklarına karşı daha doğru sonuçlar üretmek için kullanılabileceğini; ASS yöntemi ile sadece hiyerarşik yapıdaki ilişki durumlarında karar vermek için değil karşılıklı ilişkilerin de bulunduğu durumlarda da yöntemin kullanımının yaygın olduğunu göstermektedir.

İnsanoğlu hayatının pek çok anında karar vermek zorunda kaldığı ve AHS yönteminin de karar verme sorunu yaratan çeşitli alternatiflerin bulunduğu her durumda kullanılabilmesi için çok çeşitli alanlarda kullanılmıştır. Bunlara örnekler vermek gerekirse; bilgi sistemlerine yönelik çok sayıda dergi bulunduğu göz önüne alınarak bu dergilerin kalitesi çeşitli ölçütler belirleyerek değerlendirilmiştir (Forgionne vd., 2002). Hava trafiği politikalarındaki makro ve mikro risk faktörleri 6 ana ölçütte toplanıp her ana ölçüte ilişkin 5 alt ölçüt belirlenerek ana ölçütler ağırlık değerlerine göre sıralanmış ve alt ölçütler içerisinde en önemli 10 faktör ele alınarak yetersiz hava trafiği alt yapısı, etkin olmayan rota yönetimi ve hava taşımacılığında faaliyet gösteren işletmelere yönelik belirgin olmayan yasal düzenlemelerin Tayvan'da havacılığın gelişimindeki temel engeller olduğu belirlenmiştir (Tsai ve Su, 2002). Bankalar için bir kredi değerlendirme modeli geliştirilmiştir. Bu çalışmada, literatürde mevcut ve pratikte kullanılan mali tahlil esasları ağırlıklı olmak üzere, firmaların "subjektif kredi değerliliği, faaliyet gösterdikleri sektörün durumu ve kredi

teminatları” gibi nitel ve nicel faktörleri beraberce değerlendiren ve genel bir kredi puanı ile sonucu ifade eden bir model oluşturmanın ardından, kredi değerlendirmeye yönelik olarak “Karlılık, Mali Yapı, Aktif Yapısı ve Likidite Durumu, Subjektif Kredi Değerliliği, Sektör Durumu ve Teminatlar” ölçütleri kullanılmıştır. Böylece, bankacılık alanında önemli bir yere sahip olan kredi değerlendirme işlevinin pratikleştirilmesine yönelik olarak bir yaklaşım ortaya çıkarılmıştır (İç ve Yurdakul, 2002). Bu çalışmalardan da görüldüğü üzere yöntem, bankacılıkta firmaların kredibilitesinin değerlendirilmesi, hava taşımacılığındaki risk faktörlerinin belirlenmesi, bilgi sistemleri alanındaki bilimsel dergilerin kalitesinin değerlendirilmesi gibi çok farklı alanlarda kullanılabilmekte ve karar vericilere hem kalitatif hem de kantitatif nitelikleri göz önüne katma avantajı ile yol gösterici olmaktadır.

Taşıma organizasyonlarında çeşitli vasıtaların konfor, maliyet, bekleme zamanı, seyahat zamanı vb. ölçütlere göre karşılaştırması yapılmıştır (Fenton ve Neil, 2001). Karar vericilere işletmede belirlenmiş bilgi sistemi seçenekleri için uygun projenin seçiminde çeşitli ölçütleri kullanarak farklı seçenekleri karşılaştırma olanağı sunan bir yöntem önerilmiştir. Bu amaçla Mevcut bilgi sistemi ve yeni teknolojilere adaptasyonu, yeni yazılımların kurum içinde gerçekleştirilmesi olarak tanımlanan Mevcut Sistemin İyileştirilmesi; dış destek alınarak kurum ihtiyaçlarının ve gelişmiş teknoloji olanakları çerçevesinde sistem analizi ve yazılım geliştirme işlemlerinin dışarıya yaptırılması olarak ifade edilen Yazılım Siparişi ve Kurumsal alanda pazarlanan hazır bir yazılım alınarak mevcut iş süreçlerinin alınacak yazılıma göre yeniden düzenlenmesi olarak belirtilen Hazır Yazılım Temini olmak üzere üç alternatif proje belirlenmiştir. Alternatiflerin belirlenmesinden sonra, bunları kıyaslamak için hangi ölçütlerin kullanılması gerektiği araştırılmış ve Stratejik Önem, Esneklik ve Uyum, Yatırımın Geriye Dönüş Oranı, Teknolojik Gelişim ve Gerçekleştirme Risk Düzeyi olmak üzere 5 alternatif belirlenmiştir (Hasgül ve Koparal, 2004). Yukarıda verilen çalışmalardan da anlaşılacağı üzere birden fazla ölçütün bir arada göz önüne alınarak seçimin yapıldığı pek çok işletme kararının alınmasında AHS yönteminin kullanılabilirliği görülmektedir.

Üretim sistemlerinde kullanılan simülasyon yazılımları arasından seçim yapma problemine çözüm getirebilmek için AHS kullanılmıştır (Davis ve Williams 1994). Maliyet, kalite, esneklik uzun dönem karlılık için zamanlama ve rekabetçilik gibi değişkenleri kullanmak suretiyle bir üretim stratejisi belirlemek için, üretim

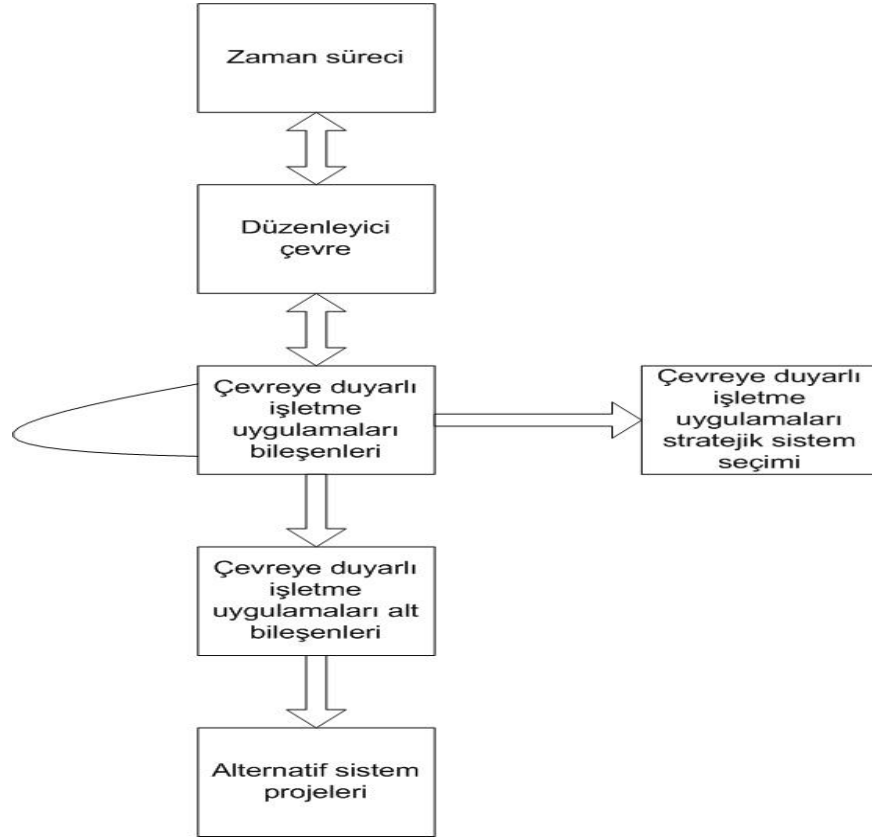
işletmelerinde öncelikle hangi faaliyetlerin kıyaslanacağını belirlenmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada doğru faaliyetleri seçebilmek için AHS'yi kullanmak suretiyle bir metodoloji önerilmiştir (Partovi, 1994). Uzun dönemli bir pazarlama politikası oluşturmak için, stratejik bir planlama modeli kurulmuştur. Planlama modelinin işlerliğini göstermek için çalışmalarını AHS ile desteklemişlerdir (Hua vd., 1994). Bakım planlaması kararlarında rol oynayan en önemli ölçütleri belirlemek için çok ölçütlü bir çerçeve kullanılmış ve AHS'den faydalanılmıştır (Triantaphyllou, 1997). AHS'yi kullanarak bakım kararları için bir model oluşturulmaya çalışılmıştır. Elde var olan verileri kullanacak ve bakım kararlarını destekleyecek dinamik ve etkin bir bakım sistemi geliştirilmiştir. Bu sistematik yaklaşım sonucu, verilen bir çalışma koşuluna göre hangi spesifik bakım faaliyetlerinin uygulanacağını belirten üç aşamalı bir bakım sistemi oluşturulmuştur (Labib vd., 1998). Dinamik bir tedarikçi performansı değerlendirme modeli ortaya koyulmuştur (Muralidharan vd., 1999). Hastane yönetiminde proje önceliklerinin ve hangi projeyi hangi ekibin yapması gerektiğinin belirlenmesinde bu yöntem kullanılmıştır (Erdem ve Kavrukkoca, 2002).

1.3. Analitik Serim Süreci'ne Geçiş

Analitik Serim Süreci (ASS), karar düzeyleri ve bileşenleri arasında daha karmaşık ve karşılıklı ilişkiler oluşturulmasına izin veren bir yöntem olarak son zamanlarda karar alma konularında kullanılmaya başlanmış olan bir yöntemdir (Sarkis, 1998). ASS, kantitatif bilgilerin yanında kalitatif bilgilerin de değerlendirilmesini sağlayan AHS'nin daha genel bir formudur. AHS karar düzeyleri arasında tek yönlü hiyerarşik ilişkiyi kullanan bir karar alma çerçevesi modellerken, ASS tipik olarak, AHS'de hiyerarşinin en üst seviye elemanı karar modeli için genel amacı kapsar. Bu hiyerarşi, kullanışlı karar ölçütleri sağlanana kadar genel olandan daha özel niteliklere kadar ayrıştırılır. ASS bu katı hiyerarşik yapıyı gerektirmez (Sarkis, 1999). Göreceli önem düzeyleri veya belirli bir eleman üzerindeki etkilerin gücü AHS yöntemindekine benzer bir oran ölçeği ile ölçülür (Meade vd., 1997). Dolayısıyla AHS'nin değerlendirme oranı avantajından yararlanılırken, aynı zamanda birbiri ile etkileşimli ölçütlerin, bu etkileşimleri bir ağ yapısında ele alınır ve önem düzeyleri belirlenir. İzleyen bölümde sürecin işleyişi ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

1.3.1. ASS Yönteminin İşleyişi

ASS'de, AHS'den farklı olarak karşılıklı etkileşimlere dayanmaktadır. Bu karşılıklı etkileşimlerden dolayı, her etkileşim için ayrı karşılaştırma matrislerinin kurulması ve ulaşılabacak sonucu etkilemesi nedeniyle, matrislerin hazırlanmasından önce bu etkileşimlerin doğru tespit edilmesi büyük önem taşımaktadır. Karşılıklı ilişkilerden oluşan ASS yapısına bir örnek Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2: Stratejik Seçim İçin ASS Genel Yapısı

Kaynak: Sarkis, 1998

Şekil 2'den de görüleceği sistem aynı bir şebeke yapısına benzemektedir. Bu yapıdan dolayı yönteme Analitik Serim Süreci (Analytical Network Process) adı verilmektedir.

ASS yönteminde karşılıklı etkileşimler olduğu için her etkileşime bağlı olarak farklı ikili karşılaştırma matrisleri hazırlanmaktadır.

Her bir ölçüt ve alt ölçütlerin kendi grubu içindeki ağırlıkları $W_{11}, W_{12}, \dots, W_{nm}$ olsun.

Adım 1. AHS ile elde edilen, ağ üzerinde bulunan ölçütlerin önem düzeyleri birer sütun matrisi olarak alınır ve bu matrislerin (W_j) birleşiminden elde edilen aşağıdaki S matrisi süpermatris olarak adlandırılır.

$$S = \begin{bmatrix} W_{11} & W_{12} & \dots & W_{1m} \\ W_{21} & W_{22} & \dots & W_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ W_{n1} & W_{n2} & \dots & W_{nm} \end{bmatrix}$$

Adım 2. Sütun toplamları kontrol edilir. Topamlar önem düzeylerini göstereceğinden toplamları bire eşit olmalıdır. Eğer sütun toplamları ($\sum_{i=1}^n W_{i1}, \sum_{i=1}^n W_{i2}, \sum_{i=1}^n W_{i3}, \dots, \sum_{i=1}^n W_{im}$) birden farklı ise ölçüt grupları için ağırlıklar atanarak $\sum_{i=1}^n a_{im} W_{im} = 1$ şeklinde her sütun toplamının bire eşit olması sağlanır.

Böylece ağırlıklı süpermatris elde edilir.

Adım 3. Ağırlıklı süpermatris bir markov geçiş matrisi olarak ele alınır ve uzun dönem geçiş değerlerini bulmak üzere değerler sabitleninceye kadar markov zinciri hesaplanır. Böylece genel olarak, tüm ölçüt grupları için son önem değerlerini gösteren matris (S^N) hesaplanmış olur ki, bu matriste sütunlar boyunca değerler birbirine eşittir:

$$S^N = \prod_{i=1}^N S \quad (N=1,2,\dots,\infty)$$

Görüldüğü üzere, ASS yöntemi, AHS'ye göre daha karmaşık işlemler gerektirmektedir. Ancak, işletme hayatında bir karar alınırken birbirini karşılıklı etkileyen birçok faktörün bulunduğu düşünülecek olursa; daha sağlıklı sonuçlara götüreceği düşünülmelidir. Burada dikkat edilmesi gereken; yöntemin uygulanması için gereken çaba ve zamanın fazlalığı göz önüne alınarak hazırlık yapılmalı ve gereğinden hızlı davranılıp etkileşimlerin yanlış tespit edilmesi durumunda yöntemin fayda yaratmayacağı unutulmamalıdır.

1.3.2. ASS Konusunda Yapılan Çalışmalar

ASS teknikleri, kararı etkilediği halde çözüm sürecinde doğrudan ele alınamayan faktörlerin nasıl ele alınabilecekleri konusunda yol gösteren çok ölçütlü karar verme teknikleridir. ASS'nin diğer tekniklerle (hedef programlama, QFD, doğrusal programlama vb.) birlikte kullanıldığı çalışmalar bulunmaktadır. ASS ve amaç programlama tekniklerini bir araya getirerek kalite fonksiyon göçeriminde ürün planlaması konusunda bir çalışma yapılmıştır (Karsak vd., 2002). Tedarikçi seçiminde kullanılan AHS yönteminin bir uzantısı olarak ASS yöntemi ile daha ayrıntılı tedarikçi değerlendirmeleri yapılmıştır (Nydick ve Hill, 1992). Stratejik hedeflerle tutarlı olan performans hedeflerini önceliklendirme imkanı tanıyan ASS yöntemi hızlı ve tutarlı karar verme amacıyla kullanılmıştır (Teskafariam ve Lindberg, 2005). Pazar elde etmede müşteri ihtiyaçlarını sağlamak amacıyla proaktif davranmak için önemli olduğu düşünülen tedarik zincirleri için değerlendirme yapılmıştır (Agarwal vd., 2005). Ters lojistik işlemlerinde yaşanan problemler için daha gerçekçi ve doğru değerlendirmeler sunan ASS ve dengelenmiş skorkartlarının bir birleşimi önerilmiştir (Ravi vd., 2005). Yeni bir kimya tesisindeki en iyi süreci seçmek amacıyla ASS yöntemi kullanılmıştır (Partovi, 2007). Lojistik firmalarının bilişim teknolojilerinin değerlendirilmesinde ASS yöntemi belli bir konuda uzman olan kişilerin bir araya gelmeden ortak bir noktaya ulaşmak için değerlendirmeler yaptıkları Delphi yöntemi ile birleştirilmiştir (Kengpol ve Tuominen, 2006).

ASS pek çok sektörde, farklı karar verme süreçlerinde uygulama alanına sahiptir. Finansal krizlerin öngörülenmesinde krizi açıklayan faktörlerin kümelenmesi ve bağımlılığı gösteren bir yöntem olarak ASS kullanılmıştır (Niemi ve Saaty, 2004). Yüksek teknoloji alternatiflerinin seçiminde bir firmanın yönetim kademesi için model hazırlanmıştır (Erdoğan vd., 2005). Mimari, mühendislik, çevresel faktörler gibi ölçütler açısından akıllı bina değerlendirmesi amacıyla ASS yöntemi kullanılmıştır (Chen vd., 2006a). Bilgi yönetimi stratejilerinden sistem merkezli, insan merkezli ve dinamik yapılar arasında bir seçim yapabilmek amacıyla söz konusu yöntem kullanılmıştır (Wu ve Lee, 2006). Yöntemin pek çok alanda kullanılabilirliğine bir örnek teşkil edecek bir çalışma olarak tektonik hareketlerin yoğun olduğu Nepal'de toprak kayması riskinin yüksek olduğu alanların belirlenmesi için ASS yönteminden yararlanılmıştır (Neupane ve Piantanakulchai, 2006). Kültür, son kullanıcı ve yönetim konularını kapsayan insan faktörü ile yetenek, süreç ve

kaynak konularını kapsayan teknoloji arasındaki karşılıklı etkileşimleri ortaya çıkarmak için yöntemden yararlanılmıştır (Huang vd., 2005). Toplam gelir, döngü zamanı, darboğaz durumu gibi faktörleri göz önüne alarak ürün, ekipman verimliliği ve finans ana ölçütlerine bağlı olarak ürün karmaşıklıkta doğru biçimde oluşturulmaya çalışılmıştır (Chung vd., 2005). Bir başka çalışmada da bilişim sistemi projesinin seçiminde 5 farklı proje arasında seçim yapabilmek için ASS kullanılmıştır (Lee ve Kim, 2000).

2. BULANIK MANTIK

2.1. Akıl ve Zeka

Akıl kelimesi toplumda genellikle insanların zeka düzeyini ifade etmek amacıyla kullanılmaktadır. Sıklıkla akıl kavramı zekayla karıştırılmaktadır. Oysa akıl, düşünme, anlama, kavrama, idrak etme, karar verme ve önlem alma yetenekleridir. Akıl, aynı zamanda muhakeme ve bilgi elde etme gücü olarak tanımlanabilir. Zeka ise gerçekleri algılama, yargılama ve sonuç çıkarma yeteneklerinin tamamıdır. Her insan doğuştan belirli bir zekaya sahiptir. Zeka, belirli bir konuda çalışılarak, öğretilerek, eğitilerek, edinilen bilgi ve birikimlerle, deneyimlere dayalı becerilerle geliştirilebilir. İlk kez karşılaşılan ya da ani olarak gelişen bir olaya uyum sağlayabilme, anlama, öğrenme, analiz etme; beş duyunun, dikkatin ve düşüncenin yoğunlaştırılması, zeka ile gerçekleştirilebilmektedir. Zeka yazılım veya tümeşik yongalarla taklit edilebilmektedir. Bu zeka, "Yapay Zeka" olarak adlandırılmaktadır (Elmas, 2003b, 23).

2.2. Yapay Zeka

İnsan beyni, dünyanın en karmaşık makinesi olarak kabul edilebilir. İnsan beyni sayısal bir işlemi birkaç dakikada yapabilmesine karşın, idrak etmeye yönelik olayları çok kısa bir sürede yapar. Örneğin, yolda giden bir şoför, yolun kayganlık derecesini, önündeki tehlikeden ne kadar uzak olduğunu, sayısal olarak değerlendiremeye bile geçmişte kazanmış olduğu tecrübeler sayesinde aracın hızını azaltır. Çünkü o, saniyelerle ölçülebilecek kadar kısa bir sürede tehlikeyi idrak etmiş ve ona karşı koyma gibi bir tepki vermiştir. Bu noktada akla gelen ilk soru şu olmaktadır: Acaba bir bilgisayar yardımı ile böyle bir zeka üretmek mümkün olabilir mi? Bilgisayarlar çok karmaşık sayısal işlemleri anında çözümlayebilmelerine karşın, idrak etme ve deneyimlerle kazanılmış bilgileri kullanabilme noktasında çok yetersizdirler. Bu olayda insanı ya da insan beynini üstün kılan temel özellik, sinirsel algılayıcılar vasıtası ile kazanılmış ve görelî olarak sınıflandırılmış bilgileri kullanabilmesidir (Elmas, 2003a, 21).

2.3. Belirsizlik Kavramı

Her insan günlük hayatında kesin olarak bilinemeyen, bazen de önceden sanki kesinmiş gibi düşünölen, ama sonuçta kesinlik içermeyen durumlarla karşılaşır. Bu durumların sistematik bir şekilde önceden planlanarak sayısal öngörülerinin yapılması ancak bir takım kabul ve varsayımlardan sonra mümkün olabilmektedir. Şimdiye kadar yapılan mühendislik araştırmalarında ve modellemelerinde bu varsayım ile kabul ve kavramlara kesinlik kazandırmak için değişik çalışmalarda bulunulmuştur. Halbuki büyük ölçeklerden küçük ölçeklere doğru geçildikçe, incelenen olayların kesinlikten uzaklaşarak belirsizlikler içeren yönlerle doğru gitmeleri söz konusudur. Örneğin, çok uzakta bulunan bir cisme bakıldığında bunun nokta şeklinde algılanması onun boyutsuz ve şekilsiz olduğu sonucuna varılmasına sebep olur. Bu cisim bize yaklaştıkça, bir boyutludan önce tepsi gibi iki, daha sonra da küre gibi sanki üç boyutlu hale dönüşür. Böylece, boyutlar arasında kesin bir geçişten çok aşamalı bir değişimin olduğuna akıl ile varılabilir. Son zamanlarda geliştirilen fraktal (kesikli) geometride boyutlar ondalık sayıdır. Doğanın geometrisi denilen kesikli geometri belirsiz ve gelişigüzel şekillerin incelenmesinde kullanılmaktadır (Şen, 2001, 9).

Genelde belirsizlik, gerçek dünyada kesin ve net ayrımların yapılmasındaki zorlukla birlikte ortaya çıkmaktadır. “Birden fazla anlama gelme” kavramından ise tam olarak nitelendirilmemiş birçok alternatifin varlığı anlaşılır (Klir ve Folger, 1988, 138).

Gerçek dünya karmaşıktır ve bu karmaşıklık genel olarak, belirsizlik, kesin düşünmeden yoksunluk ve karar verilemeyiştten kaynaklanır. Birçok sosyal, iktisadi ve teknik konularda insan düşüncesinin tam anlamı ile olgunlaşmamış oluşundan dolayı belirsizlikler her zaman bulunur. 10-15 yıl öncesine kadar insan tarafından geliştirilmiş olan bilgisayarlar, bu türlü belirsizlikleri işleyemezlerdi, çünkü belirsizlik tanımlanamamıştı ve çalışmaları için sayısal bilgiler gerekliydi.

Gerçek bir olayın kavranılması insan bilgisinin yetersizliği sebebiyle tam anlamı ile mümkün olamadığından, insan, düşünce sisteminde ve zihninde bu gibi olayları yaklaşık olarak canlandırarak yorumlarda bulunur. Bilgisayarlardan farklı olarak insanın; yaklaşık düşünme; oldukça yetersiz, eksik ve belirsizlik içeren veri ve bilgi ile işlem yapabilme yeteneği vardır (Şen, 2001, 10).

2.4. Bulanık Mantık Kavramı

İngilizce "fuzzy" kelimesi "bulanık, belirsiz, hayal meyal" anlamına gelmektedir. Bulanıklık gözetilerek kurgulanan mantık, bulanık mantık olarak tanımlanır ve bulanık mantık (fuzzy logic) teorisi, bulanık kümelere dayanır. Bulanık küme kavramının Azerbaycan asıllı Rus bilim adamı Loutfi A. Zadeh tarafından ortaya atılmasından sonra, bulanık mantık özellikleri ve uygulamaları alanında yoğun çalışmalar yapılmış ve önemli gelişmeler sağlanmıştır (Çiftçiabaşı ve Halıcı, 1995, 4). Bulanık mantığın temelinde, çok değerli mantık, olasılık kuramı, yapay zeka ve yapay sinir ağları alanları bulunmaktadır. Aynı zamanda esnek bilgi işlemenin de temellerinden biri olan bulanık mantık, olayların oluşum olasılığından çok oluşum dereceleri ile ilgilenen ve üzerinde çalışılan değişkenlerin hangi oranlarda gerçekleştiğini belirleyen, çoklu mantık sistemidir.

Bulanık mantık, her şeyin bir derecelendirme sorunu olduğunu savunmaktadır. Bulanıklığın bilimsel adı çoklu değerlilik olurken, bunun tersi ise ikili mantık veya iki değerliliktir (Kosko, 1993, 18). Bulanık mantık ile geleneksel mantık birbirinin karşıtı iki kavramdır. İkili mantık 0-1, soğuk-sıcak, genç-yaşlı, uzun-kısa gibi kesin önermeler yaparken; çoklu mantık (bulanıklık) ise ikiden fazla sayıda hatta sonsuz sayıda önermelerle ortaya çıkar. Başka bir deyişle, çoklu mantık günlük yaşantıda kullanılan ara durumları (çok genç-az genç, az sıcak-çok sıcak, 0.7- 0.9, biraz uzun-çok uzun) ifade etmekte, siyah ile beyaz arasında yer alan sonsuz sayıda gri renkleri de yansıtmaktadır (Kosko, 1993, 23).

Bulanık Mantık, ikili mantık sistemine karşı geliştirilen, etrafta olup biten olayların meydana geliş olasılıkları ile değil, belirli kümelere üyelik dereceleri ile ilgilenen ve üzerinde çalışılan değişkenlerin hangi oranlarda gerçekleştiğini tanımlayan çoklu mantık sistemidir. 1960'lı yılların ortalarında, Bulanık Mantığın teorisini geliştiren ve geometrik açıklamalarını yapan Prof. Loutfi A. Zadeh, problem çözerken insan düşünüş tarzını esas almıştır: "büyük", "uzun", "sıcak", "yaşlı" gibi nisbi kavramların derecelendirilmesinde Zadeh'in geliştirdiği "Bulanık Küme Teorisi" ve matematiksel formülasyonu, klasik mantığın aksine çok daha geniş bir ufuk açmıştır (Güneş, 1997, 248).

Aşağıda belirtilen Tablo 8’de ikili mantık ile çoklu mantığın anahtar fikirleri belirtilmiştir.

Tablo 8: İkili Mantık ile Çoklu Mantığın Anahtar Fikirleri

İkili Mantık	Çoklu Mantık
A veya A değil	A ve A değil
Kesin	Kısmi
Hepsi veya hiçbiri	Belli derecelerde
0 veya 1	0 ve 1 arasında sürekli
Dijital bilgisayar	Normal ağ beyin
Fortran	İngilizce (Doğal dil)
İkili birimler (Bit)	Bulanık birimler (Fit)

Kaynak: Kosko, 1993, 24

Antik Yunan felsefesinin köklerine dayanan ikili mantık olarak da ifade edilen Aristo mantığı ile Bulanık mantığın temel yapısını gösteren Tablo 8’in ardından, izleyen bölümde bulanık mantığın endüstride nasıl uygulama alanları bulunduğu değerlendirilmektedir.

2.5. Bulanık Mantık Yönteminin Endüstri Uygulamaları

Geçmiş birkaç yıl içinde özellikle Japonya, Amerika ve Almanya’da yaklaşık 1000’e yakın ticari ve endüstriyel bulanık sistem başarıyla gerçekleştirilmiştir. Yakın gelecekte ticari ve endüstriyel uygulamalarda dünya çapında önemli oranda arttığı görülmektedir. Bulanık mantığın ilk uygulaması, Mamdani tarafından 1974 yılında bir buhar makinesinin bulanık denetiminin gerçekleştirilmesi olmuştur. 1980 yılında bir Hollanda şirketi çimento fırınlarının denetiminde, bulanık mantık denetimi uygulamıştır. 3 yıl sonra Fuji elektrik şirketi, su arıtma alanları için kimyasal püskürtme aleti üzerine çalışmalar yapmıştır. 1987’de ilk bulanık mantık denetleyicileri sergilenmiştir. Bu denetimler 1984 yılında araştırmalara başlayan Omron şirketinin yaptığı 700’den fazla uygulamayı içermektedir. 1987 yılında ise Hitachi takımının tasarladığı Japon Sendai metrosu denetleyicisi çalışmaya başlamıştır. Bu bulanık mantık denetim metroda daha rahat bir seyahat, düzgün bir yavaşlama ve hızlanma sağlamıştır. 1989 yılında Omron şirketi, Japonya’nın Harumi şehrinde bulunan çalışma merkezinde yapmış olduğu bulanık sonuç panolarıyla,

tekrar etme ve bulanık sonuçlarını elde etmek için kullanılan bilgisayara dayalı olan çalışmaları tanıtmıştır (Elmas, 2003b, 27).

Bulanık kuramının uygulamalarının ürünleri, Japonya'da 1990 yılında tüketicilere sunulmuştur. Bulanık denetimli çamaşır makinesi, çamaşırın cinsine miktarına, kirliliğine göre en etkili çamaşır yıkama ve su kullanım programını seçebilmektedir. Bulanık mantık uygulamalarına diğer bir örnek, arabalarda yakıt püskürtme ve ateşleme sisteminin denetimidir. Ayrıca, elektrik süpürgesi, televizyon ve müzik setleri gibi aygıtlarda da bulanık mantık denetimi kullanılmaktadır. 1993 yılında Sony, The Palm Top sistemini tanıtmıştır. Burada bulanık mantıkla, elle yazılan kanji karakterlerinin makine tarafından tanınması sağlanmıştır. Örneğin, eğer 253 yazılırsa, burada Sony Palmtop S harfinden 5 sayısını ayırt edebilmektedir. Bugün elektronik pazarında, pek çok üretim bulanık mantık temeline dayanmaktadır. Bulanık mantık denetim sistemlerinin pek çoğu tüketiciler için Japonya'da üretilmektedir. Bulanık mantığa dayanan pek çok otomotiv ürünleri piyasaya sunulmuştur. Bulanık mantık yaklaşımının kullanıldığı bazı şirketler ve kullandığı ürünler Tablo 9'da verilmiştir (Elmas, 2003b, 27). Bulanık mantık uygulamaları, ısı, elektrik akımı, sıvı gaz akımı denetimi, kimyasal ve fiziksel süreç denetimlerinde kullanılmaktadır. Bulanık mantık yaklaşımlarının kullanıldığı sistemler, klasik sistemlere göre daha etkin ısı ve hız denetimi yapabilmektedir. Ayrıca, enerji tasarrufu sağlanmakta ve aygıt ömrü uzamaktadır.

Tablo 9: Bulanık Mantık Denetimin Endüstriyel Uygulamaları

Çamaşır makinesi	AEG, Sharp, Goldstar
Pirinç fırını	Goldstar
Fırın/Kızartıcı	Tefal
Mikrodalga fırın	Sharp
Elektrikli Tıraş Makinesi	Sharp
Buzdolabı	Whirlpool
Batarya şarj cihazı	Bosch
Elektrikli Süpürge	Philips, Siemens
Camcorder	Canon, Sanyo, JVC
Klima Denetimi	Ford
Isı Denetimi	NASA inspace shuttle
Kredi Kartı	GE Corporation

Kaynak: Elmas, 2003b, 28

Bulanık mantık Bölüm 2.5.'te sözü edilen birçok alanda üstünlükleri göz önüne alınarak geniş uygulama fırsatı bulmuştur. Ancak klasik mantık günümüzde halen bulanık mantığı kabul etmemekte ve eleştirmektedir. Eleştirilere konu olan sakıncaları ve üstünlükleri izleyen bölümlerde ayrıntılı olarak sunulmaktadır.

2.6. Bulanık Mantık Yönteminin Üstünlük ve Sakıncaları

Bulanık mantık yaklaşımının klasik yaklaşımlara göre bir takım üstünlük ve sakıncaları bulunmaktadır. Bu üstünlükler kısaca şu şekilde ifade edilebilir. Bulanık mantık kuramının insan düşünüş tarzına çok yakın olması en büyük üstünlüğünü oluşturmaktadır. Bilindiği gibi denetim işlemlerinin birçoğu dilsel niteleyicilerle yapılmaktadır. Bulanık mantık yaklaşımı, matematiksel modele ihtiyaç duymadığından, matematiksel modeli iyi tanımlanamamış, zamanla değişen ve doğrusal olmayan sistemler en başarılı uygulama alanlarıdır. Bulanık mantık yaklaşımında, işaretlerin bir ön işleme tabi tutulmaları ve geniş bir alana yayılmış değerlerin, az sayıda üyelik işlevlerine indirgenmeleri, uygulamaların daha hızlı bir şekilde sonuca ulaşmasını sağlar (Elmas, 2003, 39).

Bulanık mantık denetleyicilerine yöneltilen çeşitli eleştiriler söz konusudur. Sistemlerin kararlılık, gözlemlenebilirlik ve denetlenebilirlik analizlerinin yapılmasında ispatlanmış kesin bir yöntemin olmayışı bulanık mantığın temel sorunudur. Günümüzde bu sadece pahalı deneyimlerle mümkün olmaktadır. Bulanık mantık yaklaşımında, üyelik işlevlerinin değişkenleri sisteme özeldir, başka sistemlere uyarlanması çok zordur. Bunun yanı sıra en sık belirtilen dezavantajları ise üyelik işlevlerinin ayarlanmasının uzun zaman alması ve öğrenme yeteneği olmamasıdır (Elmas, 2003b, 40).

Bulanık mantık denetleyicileri ile ilgili diğer bir sorun süreç hakkında daha fazla bilgiye ve daha fazla algılayıcıya ihtiyaç duydukları, dolayısıyla hem pahalı hem de daha az güvenilir olduklarıdır. Bu düşüncenin her zaman doğru olduğunu söylemek mümkün değildir. Örneğin, Mitsubishi tarafından üretilen klima cihazında geleneksel denetleyiciye göre daha az algılayıcı kullanılmıştır. Benzer şekilde, National Panasonic firmasının piyasaya sürdüğü bulanık denetleyicili çamaşır makinesinde ise sadece iki tane algılayıcı vardır (Kaynak ve Armağan, 1992, 81).

Bulanık mantık uygulamalarında mutlaka kuralların uzman deneyimlerine dayanarak tanımlanması gerekir. Üyelik işlevlerini ve bulanık mantık kurallarını tanımlamak her zaman kolay değildir (Elmas, 2003b, 39). Üyelik işlevlerinin değişkenlerinin belirlenmesinde kesin sonuç veren belirli bir yöntem ve öğrenme yeteneği yoktur. En uygun yöntem deneme-yanılma yöntemidir, bu da çok uzun zaman alabilir. Uzun testler yapmadan gerçekten ne kadar üyelik işlevi gerektiğini önceden kestirmek çok güçtür (Elmas, 2003b, 40).

Uygulamada karşılaşılan bazı güçlükler de şu şekilde sıralanabilir (Kaynak ve Armağan, 1992, 81):

- ❖ Bulanık denetimde kullanılan kurallar deneyime çok bağlıdır.
- ❖ Üyelik işlevlerinin seçiminde belirli bir yöntem yoktur. En uygun işlev deneme ile bulunur. Bu da oldukça uzun bir zaman alabilir.
- ❖ Denetlenen sistemin bir kararlılık analizi yapılamaz, sistemin nasıl cevap vereceği önceden kestirilemez. Yapılacak tek şey benzetim çalışmasıdır.

2.7. Üyelik Fonksiyonları

Bulanık mantık uygulama alanları konusuna değinildikten sonra bulanık mantık kavramı içindeki önemli kavramlara değinilmiştir. Bu noktada bulanık mantık içindeki kavramlardan biri üyelik fonksiyonlarıdır. Bulanık kümelerin en önemli özelliği, kümelerin farklı aitlik dereceleri ile nitelendirilmesiyle birlikte anlamlarının ve tanımlarının da genişletilmesidir. Bu durum için tanımlanan fonksiyon üyelik fonksiyonu olarak tanımlanır. Klasik kümeler teorisindeki ikili çözüme (0,1) karşın bulanık kümeler ara değerler için de çözümler sağlar (Pedrycz, 1993, 2). Bulanık küme tanımında yer alan $\mu_A(x)$ ifadesine X 'in Üyelik Fonksiyonu adı verilir. $\mu_A(x)$ fonksiyonu X kümesini M üyelik uzayına eşler. Üyelik A Fonksiyonu $[0,1]$ kapalı aralığında değerler alabilir ve bu değerler x elemanının üyelik derecesini gösterir (Terano vd., 1987; 53).

Aristo mantığına göre bir kümeye ait olan değerlerin üyelik derecesi 1 olacak ve bu elemanların dışındaki bütün değerler küme kapsamında olmadığından üyelik

dereceleri 0 olacaktır. Kümenin bulanık mantıkta gösterimi şu şekilde ifade edilmektedir (Carlsson ve Fuller, 2002, 2).

$$A = \mu_1/x_1 + \mu_2/x_2 + \mu_3/x_3 + \mu_4/x_4 + \mu_5/x_5 + \dots + \mu_n/x_n$$

$$\bar{A} = \sum \frac{\mu(x)}{x}$$

Burada,

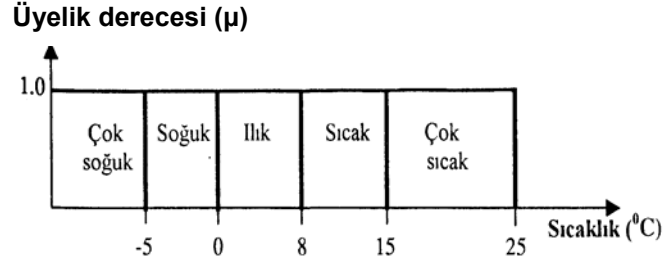
\bar{A} = A Bulanık kümesi

X = A bulanık kümesine ait eleman

$\mu(x)$ = x elemanına ilişkin üyelik derecesini ifade etmektedir.

Bu notasyonda bölüm işareti asla bölmeyi göstermez, sadece alttaki gerçek sayıya yani küme öğelerine üstteki üyelik derecesinin karşı geldiğini belirtir. Toplam işareti de alışıl gelen toplamı değil, küme öğelerinin topluluğunu ifade etmek içindir (Şen, 2001, 51).

Göz önünde tutulan bir bulanık kelime veya ifadenin temsil ettiği sayısal aralık, o ifade hakkında bilgi sahibi olan kişiler tarafından belirlenebilir. Mesela, İstanbul'da sıcaklık derecesinin değişim aralığının aşağı yukarı - 5 °C'den + 35°C ye kadar olduğu söylenebilir. İşte bu aralık sıcaklık kümesinin İstanbul için öğelerinin bulunabileceği aralığı belirtir. Böylece tüm sıcaklık uzayı belirlenmiştir. Ancak, günlük konuşmalarda bu sıcaklık uzayının da “çok soğuk”, “soğuk”, “ılık”, “sıcak”, “aşırı sıcak” gibi bir takım alt aralıklardan oluştuğu düşünülür. Burada, önce her bir alt terimin aralığının ne olduğuna karar veriniz gibi bir emirle karşılaşırsa, belki mühendis olanlar bu alt kümelerin her birinin üst üste örtüşmeyen, ancak birbirinin sınırında devamlarıymış gibi olduklarını söyleyebilir. Mesela çok soğğun - 5 °C ile 0 °C, soğğun 0 °C ile + 8°C, ılığın + 8 °C ile + 15 °C, sıcaklığın + 15 °C ile + 25 °C, çok sıcaklığın ise + 25 °C'den başladığı söylenebilir. Burada dikkat edilirse aralık tahminlerinde bulunmuş ve her bir alt aralıktan biri bitince diğeri başlamıştır (Şen, 2001, 29). Bu klasik mantığa göre hava sıcaklıklarına ilişkin küme aidiyeti Şekil 3'te gösterilmiştir.

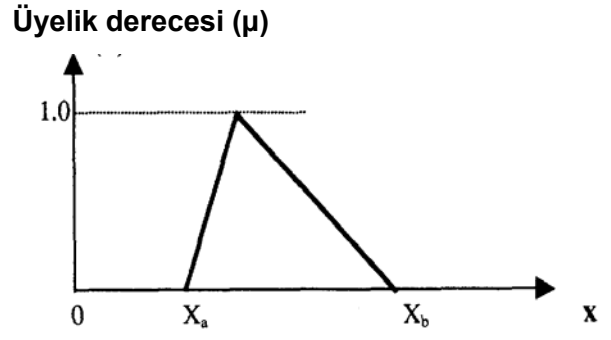


Şekil 3: Klasik Mantıkta Küme Aidiyeti

Kaynak: Şen, 2001, 29

Bu aralıkların sınırlarında yine Aristo mantığına göre katı kararlar alınmalıdır. Örneğin, 7,9 °C'nin soğuk, 8,1 °C'nin ise ılık olduğuna karar verilir. Bu şekilde gösterim bakımından önemli bir nokta, her alt aralığa düşen sıcaklık değerinin üyelik derecesinin, sadece o aralıkta 1'e, diğer aralıklarda ise 0'a eşit olduğudur. Bu nedenle, her sıcaklık alt kelimesinin üyelik fonksiyonu -yüksekliği 1'e eşit olan bir dikdörtgen şeklindedir (Şen, 2001, 30).

İşte bulanık mantıkta bu problemin üstesinden gelmek için her bir değere ait üyelik fonksiyonu farklıdır. Bu değerler 0 ile 1 arasında değişir. Bu yapıyı gösteren üçgen üyelik fonksiyonu ise Şekil 4'te verilmiştir.

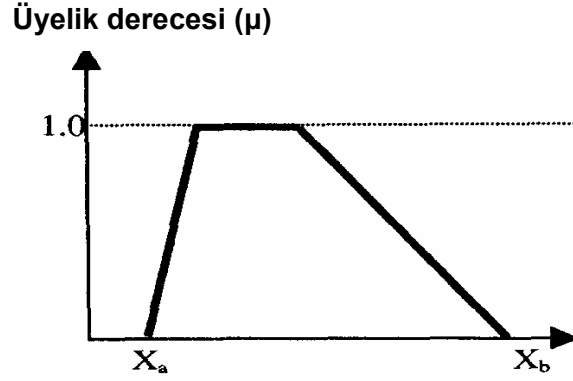


Şekil 4: Üçgen Üyelik Fonksiyonu Gösterimi

Kaynak: Kahraman vd., 2004, 174

Eğer üçgen üyelik fonksiyonu söz konusu ise Şekil 4'te görüldüğü gibi verilen bir bulanık alt kümede sadece bir öğenin üyelik derecesi 1'e eşit olacak diğer öğelerin üyelik derecesi ise [0,1] aralığında değişecektir. Bu durumda, 1 üyelik dereceli öğenin tam anlamı ile hiçbir şüpheye düşmeksizin, sadece o alt kümeye ait olduğu sonucuna varılır (Elmas, 2003b, 36). Üyelik fonksiyonlarının üçgen gösterimi

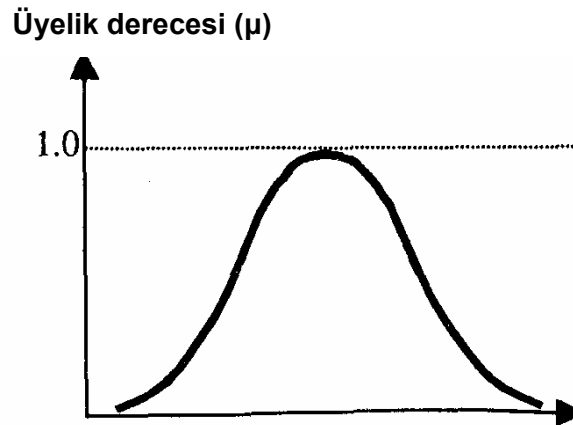
dışında yamuk ve çan eğrisi şeklinde gösterimi de mevcuttur. Bu gösterim şekilleri aşağıda verilmiştir. Yamuk şeklinde üyelik fonksiyonu gösterimi Şekil 5'te, çan eğrisi şeklinde üyelik fonksiyonu gösterimi ise Şekil 6'da gösterilmiştir.



Şekil 5: Yamuk Şeklinde Üyelik Fonksiyonu Gösterimi

Kaynak: Weck vd., 1997, 362

Yamuk şeklinde üyelik fonksiyonu gösteriminde Şekil 5'te görüldüğü gibi verilen bir bulanık alt kümede bir değil, birden fazla öğenin üyelik derecesi 1'e eşit alınabilir. Bu durumda, 1 üyelik dereceli öğelerin tam anlamı ile hiçbir şüpheye düşmeksizin, sadece o alt kümeyle ait olduğu sonucuna varılır. Böyle üyelik derecesine sahip olan öğeler alt kümenin orta kısmında toplanmıştır (Elmas, 2003b, 36).

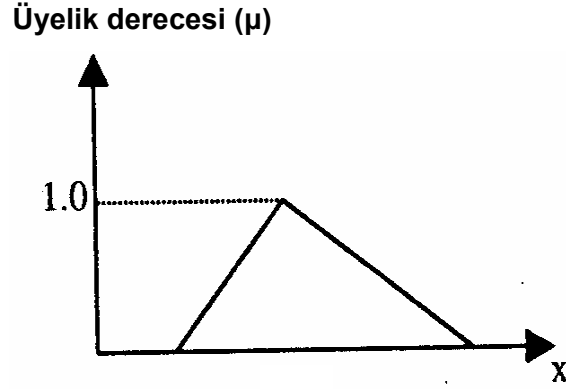


Şekil 6: Gauss Eğrisi Üyelik Fonksiyonu Gösterimi

Kaynak: Şen, 2001, 32

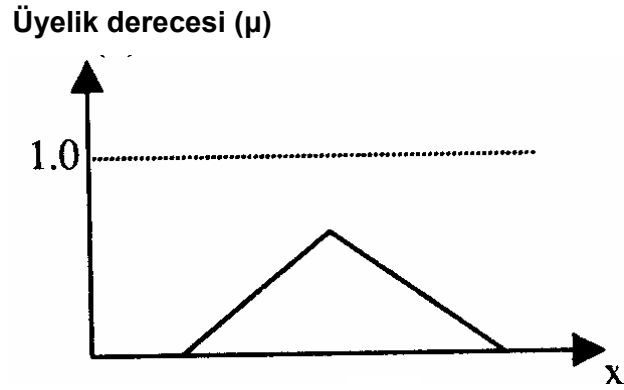
Üyelik fonksiyonunun sahip olması gerekli olan özelliklerden biri bulanık kümenin normal olduğunun tespit edilmesine yarayan bir kavramdır. Buna göre

normal bulanık kümede, en azından bir tane üyelik derecesi 1'e eşit olan üye bulunmalıdır. Normal bulanık küme örneği Şekil 7'de ve normal olmayan bulanık küme örneği Şekil 8'de gösterilmiştir.



Şekil 7: Normal Bulanık Küme

Kaynak: Kahraman vd., 2004, 174



Şekil 8: Normal Olmayan Bulanık Küme

Kaynak: Şen, 2001, 34

Şekil 8'deki gibi hiçbir üyelik derecesi 1'e eşit olmayan bulanık kümelerde normalizasyon işlemi yapılarak normal bulanık kümeye dönüştürme işlemi yapılabilir.

2.8. Bulanık Kümeler

Bulanık küme teorisi, esas olarak insan düşünce ve algılarındaki belirsizlikle ilgilenir ve bu belirsizliği sayısallaştırmaya çalışır. Diğer bir deyişle, bulanık mantığın temel amacı, insanların tam ve kesin olmayan bilgiler ışığında tutarlı ve doğru kararlar

vermelerini sağlayan düşünme ve karar verme modellemesi olarak ifade edilebilir (Türkbey, 2003, 64). Küme kavramı ortak bir isim altında toplanmış nesnelere için kullanılmaktadır (Şekercioğlu, 1994, 14).

Bulanık küme yaklaşımıyla problem çözmede asıl olan, rasgele değişkenlerin varlığı değil, probleme grup üyelik ölçütü ya da fonksiyonu kesin tanımlanmamış belirsizlik kaynağı ortamında yaklaşmadır (Zadeh, 1987, 30). Klasik Mantık teorisinde olduğu gibi Bulanık Mantık Teorisinin de kendine ait matematiği ve küme yapıları ile ilgili tanımları vardır. Bulanık Küme Teorisinde kullanılan bazı temel notasyonlar klasik kümelerdeki notasyonlar ile karşılaştırılarak aşağıda açıklanmıştır.

2.8.1. Bulanık Küme Notasyonları

x 'lerden oluşturulan elemanlar X ile gösterilsin. Bir A Bulanık kümesinin, sıralı ikililerden oluşan elemanlarından birincisi kümenin elemanı, ikincisi ise bu elemanın üyelik derecesini belirten değerdir (Zimmermann, 1996, 12). Bu bulanık küme gösterimi aşağıda verilmiştir. Burada görüldüğü üzere, bulanık kümenin klasik kümeden farkının anlaşılması için bulanık kümeler genelde üzerlerinde "tilda" " \sim " işareti ile sembolize edilirler. Ancak bu gösterim genelleşmiş değildir; çeşitli çalışmalarda farklı şekillerde görülmektedir. Örneğin; bulanık küme sembolünün üzerinde (\sim) işaretinin kullanıldığı çalışmalar varken (Gu ve Zhu, 2004; Chen ve Tzeng, 2004; Tolga vd., 2004; Weck vd., 1997; Kuo vd., 2002; Kuo ve Kao, 1999; Hung vd., 2005; Kahraman vd., 2004; Cheng, 1996; Kulak ve Kahraman, 2005); küme sembolünün üzerine bir çizgi çekildiği de görülmektedir (Leung ve Chao, 2000). Buna karşılık küme sembolünün altına bir çizgi çekilirken (\underline{A}) (Şen, 2001); küme sembolünün altına tilda (\sim) işareti konulmaktadır (Elmas, 2003b).

$$\bar{k} = \sum_x \frac{\mu(x)}{x}$$

Burada,

$\bar{k} = k$ Bulanık kümesi

$X = k$ bulanık kümesine ait eleman

$\mu(x) = x$ elemanına ilişkin üyelik derecesini ifade etmektedir.

2.8.2. Destek Kümesi

Bir bulanık A kümesinin Destek kümesi aşağıdaki gibi ifade edilir: (Bandemer ve Gottwald, 1995, 56)

$$S(\bar{A}) = \{x \in X \mid \mu_{\bar{A}}(x) > 0\}$$

Üyelik fonksiyonunun aralığı "sıfır" üyelik derecesini kapsamamasına karşın, bu dereceye sahip olan eleman ve üyelik derecesi "sıralı ikilisi" şeklinde listeye dahil edilmemektedir.

2.9. Bulanık Küme Teorisinde İşlemler

Klasik Küme Teorisinden farklı olarak Bulanık Küme Teorisinde küme işlemleri üyelik fonksiyonu yardımı ile aşağıdaki gibi tanımlanır (Zimmermann, 1987; 17).

2.9.1. Birleşme İşlemi

Klasik mantıkta A ve B gibi iki küme olduğu düşünölsün. Klasik mantıkta $A \cup B$ işlemi ya A ya da B kümesinde olan tüm elemanlardan oluşur.

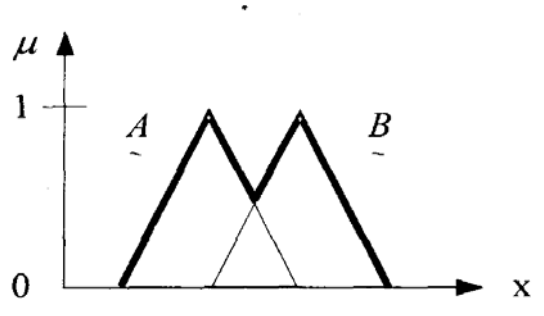
Birleşim işleminin yapısını veya kelimesinin anlamından görmek mümkündür. $A \cup B$ kümesi; A kümesinde veya B kümesinde bulunan öğelerden oluşacaktır. Burada dikkat dılecek husus, her iki kümede aynı öğenin bulunması halinde birleşik kümede o öğenin iki değil bir defa yazılmasıdır.

Aynı kümelerin bulanık mantıkta şu şekilde olduğu düşünölsün.

Bulanık mantıkta bu işlem yapıldığında $\bar{A} \vee \bar{B}$ ile gösterilir ve bir eleman sadece bir kümede bulunuyorsa üyelik derecesi ile olduğu gibi alınır. Eğer her iki kümede de bulunuyorsa üyelik derecesi en büyük olan değer $\bar{A} \vee \bar{B}$ kümesine eklenir. Buna göre;

$$\mu_{\bar{A} \vee \bar{B}}(x) = \text{enbüyük}(\mu_{\bar{A}}(x), \mu_{\bar{B}}(x)) \quad x \in \bar{A} \quad \text{yada} \quad x \in \bar{B}$$

Bulanık mantıkta iki kümenin birleşimi Şekil 9'daki gibi gösterilebilir.



Şekil 9: Bulanık Kümelerde Birleşim İşlemi

2.9.2. Kesişme İşlemi

Kesişim işleminde öncekinden farklı bir işlem olarak iki alt kümenin ve ifadesi ile bir araya getirilmesi söz konusudur. Burada $\bar{A} \cap \bar{B}$ ifadesi göz önünde tutulan iki veya daha fazla alt kümede bulunan ortak öğelerin teşkil ettikleri küme anlaşılır. Böylece iki alt kümeden daha dar kapsamlı bir alt kümenin elde edileceği anlaşılır (Şen, 2001, 59).

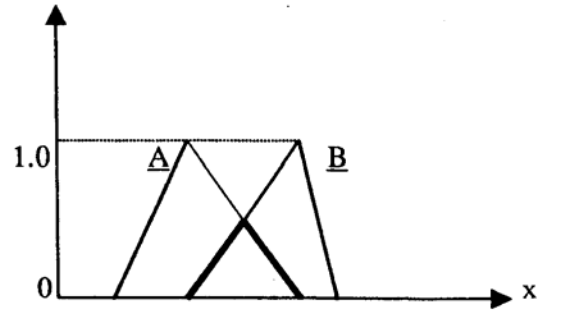
Bulanık mantıkta bu işlem yapıldığında $\bar{A} \cap \bar{B}$ ile gösterilir ve her iki bulanık kümede de bulunan elemanlar en küçük üyelik derecesi ile kesişim kümesine dahil olur.

A ve B bulanık kümelerinin kesişim işlemi üyelik fonksiyonu yardımı ile aşağıdaki gibi gösterilir.

$$\mu_{\bar{A} \cap \bar{B}}(x) = \text{enküçük} (\mu_{\bar{A}}(x), \mu_{\bar{B}}(x)) \quad x \in \bar{A} \text{ ve } x \in \bar{B}$$

Buna göre; her iki bulanık kümede de bulunan değerler için işlem gösterilecek olursa,

Bulanık mantıkta kesişim işlemi Şekil 10'daki gibi gösterilebilir.



Şekil 10: Bulanık Kümelerde Kesişim İşlemi

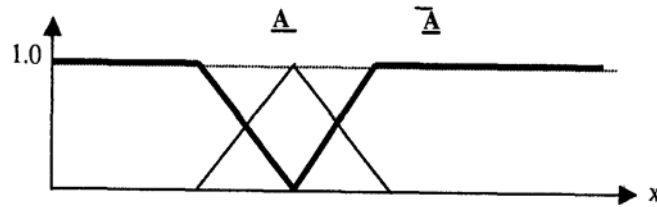
2.9.3. Bulanık Kümenin Tümlenyeni

Bir temel T kümesinin alt kümesi olan A klasik kümesinin tamamlayıcı kümesi A 'nın öğelerinin dışında bulunan temel kümenin tüm öğelerini içeren küme olarak tanımlanır. Bir tamamlayıcı kümenin elde edilmesinde kullanılan sözel kelime “değil” ifadesidir.

Bulanık A kümesinin tümlenyeninin üyelik fonksiyonu aşağıdaki gibi tanımlanır:

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

Bulanık mantıkta tümlenim işleminin gösterimi Şekil 11’de verilmiştir.



Şekil 11: Bulanık Mantıkta Tümlenimin Gösterimi

2.9.4. Bulanık Küme Yapısının Temel Yasaları

Bulanık küme yapısının sağladığı temel kurallar aşağıda verilmiştir. Bulanık küme yapısı, klasik küme kuramının aşağıda verilen temel özelliklerini sağlar:

(i) Değişme Özelliği :

Klasik kümeler için

$$A \cup B = B \cup A$$

$$A \cap B = B \cap A$$

Bulanık kümeler için

$$\bar{A} \vee \bar{B} = \bar{B} \vee \bar{A}$$

$$\bar{A} \wedge \bar{B} = \bar{B} \wedge \bar{A}$$

(ii) Birleşme Özelliği :

Klasik kümeler için

$$A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap C$$

$$A \cap (B \cup C) = (A \cap B) \cup C$$

Bulanık kümeler için

$$\bar{A} \vee (\bar{B} \vee \bar{C}) = \bar{A} \vee (\bar{B} \vee \bar{C})$$

$$\bar{A} \wedge (\bar{B} \wedge \bar{C}) = \bar{A} \wedge (\bar{B} \wedge \bar{C})$$

(iii) Dağılma Özelliği:

Klasik kümeler için

$$A \cap (B \cup C) = (A \cap B) \cup (A \cap C)$$

$$A \cup (B \cap C) = (A \cup B) \cap (A \cup C)$$

Bulanık kümeler için

$$\bar{A} \wedge (\bar{B} \vee \bar{C}) = (\bar{A} \wedge \bar{B}) \vee (\bar{A} \wedge \bar{C})$$

$$\bar{A} \vee (\bar{B} \wedge \bar{C}) = (\bar{A} \vee \bar{B}) \wedge (\bar{A} \vee \bar{C})$$

2.9.5. Bulanık Kümelerde Üssel İşlemler

Bulanık Küme teorisinde yer alan üssel işlem şu şekilde incelenir. (Zimmermann, 1996; 28)

Bulanık bir A kümesinin m . kuvveti aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$\mu_A^{-m}(x) = [\mu_A^-(x)]^m$$

İki bulanık küme için cebirsel toplam aşağıdaki gibi gösterilebilir.

$$\mu_{A+B}^-(x) = \text{enküçük}\{1, (\mu_A^-(x) + \mu_B^-(x))\}$$

2.10. Bulanık Matematik

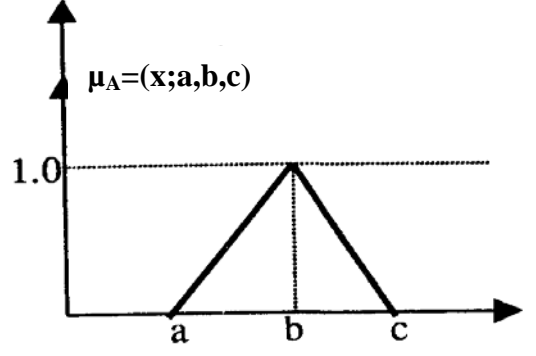
Bulanık kuralların öncül ve soncul kısımlarında bulunan, mesela, “hız yüksek” gibi bulanık küme kısımları birer yaklaşıklık ifade ederler. Bu bakımdan, “yaklaşık 3”, “yaklaşık 7”, “aşağı yukarı 9”, “5'den büyük ve yaklaşık” gibi ifadelerin hepsi bir bulanık (yaklaşık) sayıyı ifade eder. Bu yaklaşıklıkların her biri bir bulanık alt kümeyle karşı gelir. Bu bulanık sayılarla bilinen aritmetik işlemlerin yapılması mümkün olamaz. Bu sebeple bulanık küme işlemlerinin ayrıntılı olarak öğrenilmesi gereklidir (Şen, 2001, 74).

Bulanık sayılarla bazı kısıtlamaların tanımlanması ile işlemler yapılır. Bir bulanık sayının var olabilmesi için, bunun A gibi bulanık kümesinin normal, dış bükey, sınırlı destek ve her üyelik derecesi kesiminde kapalı ve sonlu bir aralığın bulunması gerekir. Bulanık sayıların normal olabilmeleri için, bulanık ifadedeki gerçek sayılardan en az birinin üyelik derecesinin 1'e eşit olması gerekir. Yani “yaklaşık 8” ifadesinde 8 değerinin üyelik derecesi 1'dir. Anlamlı bulanık aritmetik işlemlerin yapılması için bulanık sayıların mutlaka sınırlı desteği ile dış bükey olmaları gerekir (Şen, 2001, 75).

Genel olarak, pratik uygulamalarda kullanılan üçgen ve yamuk (ya da trapez) olmak üzere, iki tane bulanık sayı söz konusudur. A bulanık kümesi ile gösterilen bir üçgen bulanık sayının yukarıda söylenenlere göre matematik ifadesi aşağıda verilmiştir. Burada üyelik derecesi gösterimi, $\mu_A(x;a,b,c)$, şeklindedir (Kahraman vd., 2004, 174).

$$\mu_A(x) = \mu_A(x; a, b, c) = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a} & a \leq x < b \text{ ise} \\ \frac{c-x}{c-b} & b \leq x < c \text{ ise} \\ 0 & x > c \text{ veya } x < a \text{ ise} \end{cases}$$

Üçgen şeklinde bulanık sayının grafik gösterimi Şekil 12'de verilmiştir.



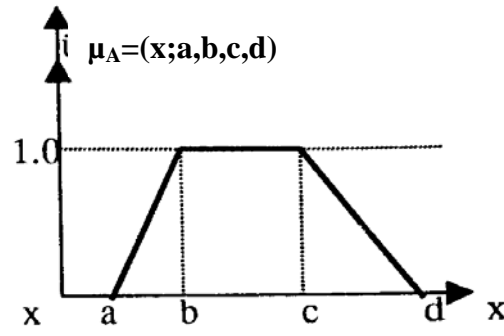
Şekil 12: Üçgen Bulanık Sayının Grafik Gösterimi

Kaynak: Kahraman vd., 2004, 174

Buradaki a ve c , bulanık küme desteğinin, sırası ile alt ve üst sınır değerlerini, b ise tam üyelikli tek sayıyı gösterir. Benzer olarak yamuk sayılar ise bu defa a , b , c ve d olmak üzere, tam dört tane sayı ile temsil edilir. Bunlardan a ve d , yamuk bulanık sayının desteğinin, sırası ile alt ve üst sınırlarını, b ve c ise, bu iki sayı arasında üyelik derecesi tam olan yamuk sayıların kümesinin sınırlarını gösterir (Şen, 2001, 75). Yamuk sayının matematik gösterimi ise üçgen sayıya benzer olarak aşağıdaki gibidir (Cheng, 1996, 344; Gu ve Zhu, 2004, 3; Cheng vd., 1999, 425);

$$\mu_A(x) = \mu_A(x; a, b, c, d) = \begin{cases} \frac{x-a}{b-a} & a \leq x < b \text{ ise} \\ 1 & b \leq x < c \text{ ise} \\ \frac{d-x}{d-c} & c < x \leq d \text{ ise} \\ 0 & x > d \text{ veya } x < a \text{ ise} \end{cases}$$

Yamuk şeklinde bulanık sayının grafik gösterimi Şekil 13'te verilmiştir.



Şekil 13: Yamuk Bulanık Sayının Grafik Gösterimi

Kaynak: Gu ve Zhu, 2004, 3

Dikkat edilirse $b = c$ olduğu zaman yamuk bulanık sayı üçgen bulanık sayı haline dönüşür.

2.11. Durulaştırma

Pratik uygulamalarda, özellikle cihaz ve mühendislik plan, proje ve tasarımlarında boyutlandırmalar için kesin sayısal değerlere gerek duyulmaktadır. İşte bu durumlara bulanık olarak elde edilmiş veya verilmiş bilgilerden yararlanarak gerekli cevapların verilmesi için bulanık olan bilgilerin durulaştırılması gerekmektedir. İnsanlar için yapay zeka çalışmalarında bulanık değişken, küme, mantık ve sistemler öneme sahip olmasından dolayı, bunların bulanık olabilecek çıkarımlarının kesin sayılar haline dönüştürülmesi gerekir. İşte bulanık olan bilgilerin kesin sonuçlar haline dönüştürülmesi için yapılan işlemlerin tümüne birden durulaştırma (defuzzification) işlemleri adı verilir. Kullanılan durulaştırma yöntemleri şu şekilde sıralanabilir (Elmas, 2003b, 97).

- ❖ En büyük üyelik yöntemi
- ❖ Ağırlık merkezi yöntemi
- ❖ Ağırlık ortalaması yöntemi
- ❖ Ortalama – en büyük üyelik yöntemi

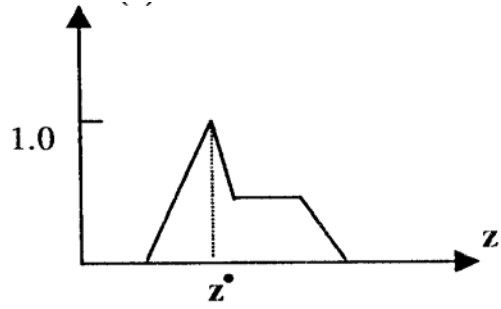
Durulaştırma yöntemleri ve ilgili hesaplamalara ayrıntılı olarak göstermek üzere izleyen bölümlerde yer verilmiştir.

2.11.1. En Büyük Üyelik Yöntemi

Bu yöntem yükseklik yöntemi olarak da adlandırılmaktadır. Durulaştırılmış değer, bütün üyelik dereceleri içinde en yüksek olana eşittir ve aşağıdaki şekilde ifade edilir (Elmas, 2003b, 97):

$$\mu_C(z^*) \geq \mu_C(z) \quad z \in Z$$

Buna ilişkin bir örnek Şekil 14'te verilmiştir.



Şekil 14: En Büyük Üyelik Yöntemi

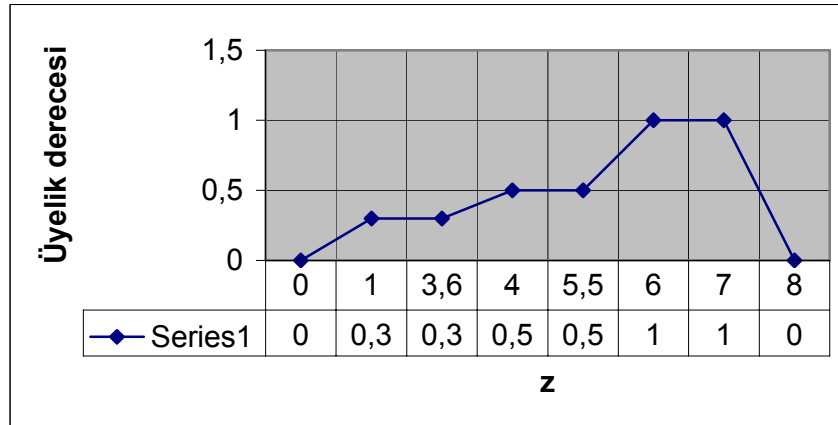
Kaynak: Şen, 2001, 120

2.11.2. Ağırlık Merkezi Yöntemi

Bu yöntem, durulaştırma işlemlerinde en yaygın kullanılan yöntem olarak kabul edilmektedir. Formülasyonu şu şekildedir (Elmas, 2003b, 98).

$$z^* = \frac{\int \mu_C(z) \cdot z dz}{\int \mu_C(z) dz}$$

Yöntemin işleyişi Şekil 15'teki örneğe uygun olarak yapılmıştır.



Şekil 15: Ağırlık Merkezi Yöntemi

[0;1] aralığında fonksiyon hesaplanırsa,

X	Y
0	0
1	0,3

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{0,3 - 0}{1 - 0} = 0,3$$

$$y = 0,3x + b$$

$$0 = 0 + b \Rightarrow b = 0$$

$$y = 0,3x$$

[0;1] aralığı için fonksiyon $0,3 \cdot z$

Tüm aralıklar için fonksiyonlar bu şekilde belirlenir. Fonksiyonlar bu şekilde tespit edildikten sonra formülün pay kısmı şu şekilde oluşur.

$$\int_0^1 (0,3z)zdz + \int_1^{3,6} (0,3)zdz + \int_{3,6}^4 \left(\frac{z-3}{2}\right)zdz + \int_4^{5,5} (0,5)zdz +$$

$$\int_{5,5}^6 (z-5)zdz + \int_6^7 1zdz + \int_7^8 (8-z)zdz$$

Formülün paydası ise şu şekilde hesaplanır:

$$\int_0^1 0,3zdz + \int_1^{3,6} 0,3dz + \int_{3,6}^4 \left(\frac{z-3}{2}\right)dz + \int_4^{5,5} (0,5)dz +$$

$$\int_{5,5}^6 (z-5)dz + \int_6^7 1dz + \int_7^8 (8-z)dz$$

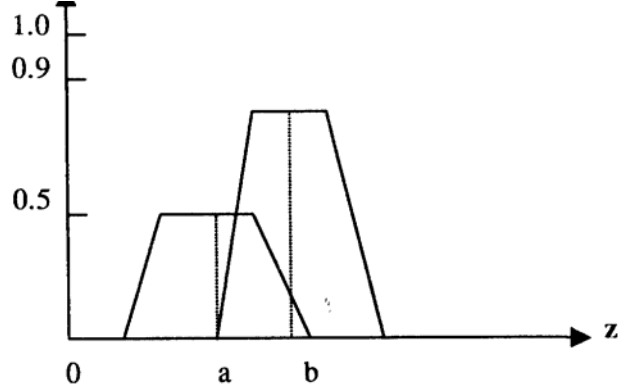
Bu iki değer birbirine oranlandığında $z^* = 4,954$ olarak bulunur.

2.11.3. Ağırlık Ortalaması Yöntemi

Ağırlık ortalamasının hesaplanabilmesi için simetrik üyelik fonksiyonunun bulunması gereklidir. İşlemler matematik olarak

$$z^* = \frac{\sum \mu_c(\bar{z}) \bar{z}}{\sum \mu_c(\bar{z})}$$

şeklinde yapılır. Böylece çıkışı oluşturan bulanık kümelerin üyelik fonksiyonlarının her biri sahip oldukları en büyük üyelik derecesi değeri ile çarpılarak ağırlıklı ortalamaları alınır (Şen, 2001, 121). Bu durulaştırma işlemi Şekil 16'da gösterilmiştir.



Şekil 16: Ağırlık Ortalaması Yöntemi

Kaynak: Şen, 2001, 122

$$z^* = \frac{a * 0,6 + b * 0,9}{0,6 + 0,9}$$

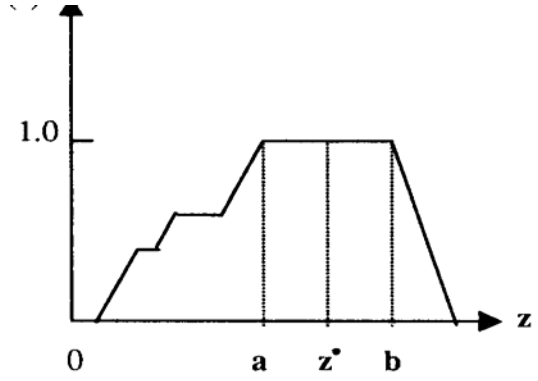
Bu durulaştırma işlemi sadece simetrik olan üyelik fonksiyonları için geçerli olduğundan, a ve b değerleri temsil ettikleri şekillerin ortalamalarıdır.

2.11.4. Ortalama - En Büyük Üyelik Yöntemi

Bu yöntem aynı zamanda en büyüklerin ortası diye de bilinir. Bu bakımdan en büyük üyelik yöntemine çok yakındır. Ancak, en büyük üyeliğin konumu tekil olmayabilir. Bunun anlamı üyelik fonksiyonunda en büyük üyelik derecesine sahip olan, bir nokta yerine plato gibi düzlük kısmı da bulunabilir. Bu yöntemle göre durulaştırılmış değer

$$z^* = \frac{a + b}{2}$$

olarak bulunur. Buradaki a ve b değerleri Şekil 17'de gösterilmiştir.



Şekil 17: Ortalama - En Büyük Üyelik Yöntemi

Kaynak: Şen, 2001, 123

Şekil 17'de görülen a ve b değerleri bulanık sistem içerisinde en büyük üyelik derecesine sahip fonksiyon değerleridir.

2.12. Bulanık Kurallar ve Sistemler

İnsanlar sözel ifadelerle etkileşim içinde bulunduğu zaman bu ifadeleri inceleyerek sorun ile ilgili olanları yargılama ve ilişkilendirme sonucu bir takım kurallar çıkarırlar. Bu makul ve mantıksal olan kuralları, bugün için matematikte bilinen yöntemlerle, diferansiyel ve integral hesaplamalarla ifade etmek mümkün değildir. Çünkü bu yöntemlerin kullanılabilmesi için belirginlik gereklidir. Gerekli çözümlere ulaşabilmek için basit bulanık küme hesaplamaları ile bulanık alt kümeler arasında geçerli ilişkiyi sağlayacak bulanık küme kural yapılarının iyice bilinmesi gereklidir. Doğal lisanlar ne kadar karmaşık, şüpheli ve bulanık olsalar bile, insan iletişiminin temelini teşkil etmeleri bakımından çok önemlidir. Bunun için bulanık söz ve ifadeleri, kümelerle işleyebilecek kural ve işlemlere gerek vardır (Şen, 2001, 131).

2.12.1. Doğal Dil

Temel insan düşüncesi, öncelikle kavramsal şekiller ve akıl görüntüleri şeklinde gelişerek olgunlaşır ve daha ziyade sayısal değildir. Sayısal belirginlikler, bu kavram ve olguların gelişerek olgunlaşmasından sonra ortaya çıkar. Yani, insan düşünce sisteminin ilk aşamaları oldukça bulanıktır. Zaman içinde berraklaşarak durulur ve daha belirgin hale gelir. Makinelere, insan düşüncesini anlatabilmek için yaklaşık bile olsa, makineler tarafından algılamaya yarayacak yöntemlerin geliştirilmesi gerekir. Bu konuda, ilk adım bulanık küme, mantık ve sistemler

olmuştur. Bunun nedenleri arasında, insan iletişimde kullanılan bilgilerin doğasında sıkça şüphecilik, belirsizlik, karmaşıklık, sağlıksızlık gibi durumların bulunması gelir. İşte bu düşünce öğelerinin kelimelerle ifadesinde de bazı bulanık kelimelerin, bulanık kümelerle modellenmesi veya bunların kendi aralarındaki ilişkilerle daha karmaşık ifadelerin ortaya çıkarak modellenmesi yoluna gidilir (Şen, 2001, 131). Örneğin, genç kelime atomuna karşılık gelebilecek bulanık küme modellenmeye çalışılırsa,

$$\mu_{Genç} = \begin{cases} 1 & x \in [0,25], \\ \left[1 + \left(\frac{x-25}{5}\right)^2\right]^{-1} & x \in [25,100], \end{cases}$$

şeklinde hazırlanabilir (Kumar De vd., 2000, 483).

2.12.2. Sözel Değişkenler ve Eşikler

Değişkenler sayısal verilerle ifade edildiği gibi, sözel derecelere de ifade edilebilir. Sözel değişken olarak adlandırılan bu ifadeler, bulanık mantık ile karar sürecinde kullanılabilir ve türetilmektedir. Bilindiği üzere, bir sözel değişkenin değeri birincil terim (örneğin; “yaşlı” ve “genç” kelime atomları sözel değişken olan yaş ile bağlantılıdır), değişik eşik ifadeleri (çok, çok fazla, az, çok çok az gibi) ve bağlaçlardan (ve/veya gibi) türetilir (Ho ve Nam, 2002, 229; Huynh vd., 2002, 204). Zadeh'e göre, sözel eşiklerin en önemli niteliği birincil terimlerin anlamıdır (Ho ve Nam, 2002, 230).

Genel olarak, kelime atomlarının başlarına eklenen bu sıfatlarla onların anlamları biraz daha daraltılır veya genişletilir. Bu ön kelimeler arasında biraz önce değinildiği gibi “çok”, “aşağı yukarı”, “takriben”, “yaklaşık”, “oldukça”, “biraz”, “sıklıkla”, “kabaca” ve burada listesinin yapılamayacağı kadar çok kelime bulunur. Ön sıfat kelimelerine *sözel eşikler* denilir. Bu kelimeler aracılığıyla tekil olan kelime atomunun anlamı değiştirilir. Bu değiştirilmiş anlamların üyelik fonksiyonları, temel kelime atomlarının üyelik fonksiyonları üzerinde bazı işlemlerin yapılması ile elde edilir. Sözel eşik işlemleri, verilmiş olan bir tek bulanık küme için yapılır. Böylece bu bulanık kümenin öğe değerlerinde bir değişim olmaz, ama üyelik dereceleri değişir. Zaten sözel eşiklerin ana amacı, sadece üyelik derecelerini değiştirmektir. Mesela, “kırmızı” kelimesinin bir frekans aralığı vardır ki, bunlardan bir tanesinde gerçekten kırmızı, diğerlerinde ise kırmızının tonları vardır. Bu durum, “kırmızı” isimli bir bulanık kümenin frekans uzayında üyelik fonksiyonu ile

belirlenir. İşte bu üyelik fonksiyonundaki üyelik derecelerinin değiştirilmesi ile frekans uzayındaki kırmızıyı temsil eden frekansların bazılarının üyelik dereceleri azaltılır, çoğaltılır veya bir kısmı azaltılırken diğer kısmı da çoğaltılır (Şen, 2001, 132).

Genel olarak, α gibi bir kelime atomunun eşikleri aşağıdaki ifadelerden biri olur. Eğer α , kelime atomunun üyelik fonksiyonu $\alpha = \mu_A(y)/y$ olarak verilmiş ise bunların matematik ifadeleri

$$\text{çok } \alpha = \alpha^2 = \mu_A^2(y)/y$$

$$\text{çok, çok } \alpha = \alpha^4$$

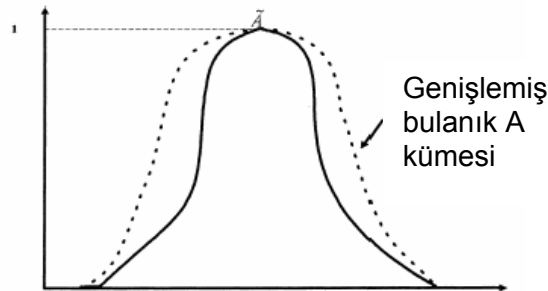
$$\text{artı } \alpha = \alpha^{1,25}$$

$$\text{oldukça } \alpha = \mu_A^{0,5}(y)/y$$

$$\text{eksi } \alpha = \alpha^{0,75}$$

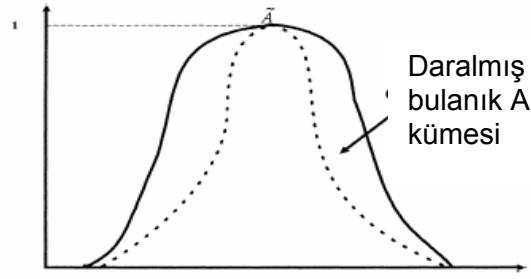
şeklinde yazılabilir (Huynh vd., 2002, 207; Kumar De vd., 2000, 482).

Üssel değer 1'den büyük ise yapılan işlem daraltma, 1'den küçük ise genişletme olarak adlandırılır. Daraltma durumunda sözel eşiklerin anlamları daha belirginleşmiş olur. Daraltma ve genişletmenin gösterimi Şekil 18 ve Şekil 19'da verilmiştir. Basit bir örnek ile bu durum gösterilecek olursa pahalı elektronik eşyalar = {1/klima + 0,6/cep telefonu + 0,5/televizyon,. . .} şeklinde düşünülürse; çok pahalı elektronik eşyalar = {1/klima + 0,36/cep telefonu + 0,25/televizyon,. . .} şeklinde oluşacaktır (Chen ve Wei, 2002, 210).



Şekil 18: Genişletme

Kaynak: Cheng vd., 1999, 426



Şekil 19: Daraltma

Kaynak: Cheng vd., 1999, 426

Bulanık mantık, günümüz dinamik ve karmaşık karar süreçlerinde sıklıkla kullanılmakta ve mevcut yöntemler bu doğrultuda modifiye edilmektedir. Bu tez çalışması kapsamında, AHS ve ASS yöntemleri gibi sözel değişkenlere dayanan çok ölçütlü karar verme yöntemleri ele alınmakta, bunların bulanık mantık ile etkileşimi üzerine modeller sunulmaktadır. Bulanık mantık teorisinin tanıtıldığı 2.13 numaralı bölümden sonar Bulanık AHS modeli sunulmaktadır.

2.13. Bulanık AHS ve Chang'ın Modifikasyonu

Gerçek karar verme problemlerinde, kesin verilere ulaşmak her zaman mümkün olmamaktadır (Kulak ve Kahraman, 2005, 192). Bu tür problemlerde amaç ve parametreler kesin olarak bilinmemektedir (Gu ve Zhu, 2004, 1). Karar verici genellikle sayısal tahminlemeler yapma konusunda başarısızdır, ancak niteliksel tahminlemelerde sayısal tahminlemelere göre daha etkindir (Kulak ve Kahraman, 2005, 192). Klasik AHS'de karar vericiden hiyerarşinin her seviyesinde her bir nitelik için $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ alt nitelikleri arasında r_{ij} olarak ifade edilen ikili karşılaştırma değerlerini tam olarak vermesi istenmektedir. Bu karşılaştırma oranlarının kesin olmayan yargıları belirttiğini savunan pek çok çalışma bulunmaktadır. Bu durum, grup kararlarının alınmasında bireysel yargılarda değişkenliğe ve yargılarda belirsizliğe yol açmaktadır (Leung ve Cao, 2000, 102). Temel olarak, öncelik yargılarındaki belirsizlik, seçeneklerin sıralamasında da belirsizliğe yol açar (Leung ve Cao, 2000, 103).

Bulanık AHS tekniği, sosyal, ekonomik ve yönetim bilimleri gibi çeşitli alanlardaki yapılandırılmamış problemleri modellemede kullanılan iyi bilinen bir analitik araç olan Saaty'nin AHS yönteminden geliştirilen ileri bir analitik teknik

olarak düşünülebilir (Yu, 2002, 1970; Sheu, 2004, 45). Çok ölçütlü karar alma problemlerinde hem sayısal hem de niteliksel ölçütleri ele almada AHS'nin tutarlılığına rağmen, karar vericinin yargıları, bulanıklığı ve belirsizliği, geleneksel AHS yöntemlerinde karar vericinin kesin olmayan yargılarını değerlendirmeye katmaktadır (Sheu, 2004, 45). AHS'nin amacı uzmanların bilgisini ortaya çıkarmak olmasına rağmen, geleneksel AHS yöntemleri insan düşünce tarzını hala yansıtamamaktadır (Kahraman vd., 2004, 173; Tolga vd., 2005, 6-7). AHS'de önceliklerin temeli, karar vericinin algıya dayalı yargıları olduğundan dolayı (ki bu durum özellikle fiziksel varlığı olmayan, elle tutulamaz durumlar için kesinlikle doğrudur.), Bulanık AHS daha başarılı sonuçlar üretmektedir (Leung ve Cao, 2000, 103). Bu yüzden, pek çok araştırmacı, geleneksel AHS teknikleri ile karşılaştırmalı olarak karar verme sürecinde daha kesin tanımlamalar sağlayan Bulanık AHS olarak ifade edilen Saaty'nin geliştirdiği AHS teorisinin bulanık uzantısı ile ilgilenmişlerdir (Sheu, 2004, 45).

AHS kavramı ile karar verici, algıya dayalı yargı aralığı yerine deterministik değerlendirmeler yapamaz. Önceliklendirmedeki bu tür bir belirsizlik bulanık küme teorisi kullanılarak modellenilebilir. Bulanık küme teorisinde, karar vericiden sağlanan oran ölçeği değeri bir üyelik fonksiyonu olarak tanımlanan bir bulanık sayıdır. Burada, üyelik fonksiyonu öncelik setindeki yargı aralığındaki elemanların değerini tanımlar (Leung ve Cao, 2000, 103). Uzmanların bir konudaki görüşlerini kesin bir sayı yerine, daha gerçekçi bir seçenek olan sözel değerlendirmelerle vermeleri daha uygun olacaktır. İşte bu sözel değerlendirmeler, yargı aralığını gösteren üçlü bulanık sayılardır (Gu ve Zhu, 2004, 3).

2.13.1. Yöntemin İşleyişi

Bulanık AHS yönteminin çalışma aşamaları şu şekilde ifade edilebilir (Chang, 1992; Kahraman vd., 176; Kulak ve Kahraman, 2005, 199; Tolga vd., 2005, 6-7).

$X = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, \dots, x_n\}$ nesne seti olsun. Nesne; ana amaç açısından bakıldığında ana ölçütleri; ana ölçütler açısından bakıldığında ise alt ölçütleri ifade etmektedir.

$$M_{g_i}^1, M_{g_i}^2, M_{g_i}^3, M_{g_i}^4, M_{g_i}^5, \dots, M_{g_i}^m \quad i = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, n \text{ olsun.}$$

Buradaki tüm $M_{g_i}^j$ ($j = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, m$) değerleri üçlü bulanık sayılardır.

Adım 1: i . Nesneye göre bulanık değerler şu şekilde tanımlanır.

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

Buradaki

$$\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j$$

değerini elde etmek için aşağıda gösterilen ek bulanık işlemin yapılması gerekmektedir.

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

$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1}$ değerinin elde edilebilmesi için $M_{g_i}^j$ ($j = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, m$) ile ilgili şu bulanık işlem yapılmalıdır.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = \left(\sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i \right)$$

Bu işlem tamamlandıktan sonra tersinin alınması şu şekilde ifade edilebilir.

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right)$$

Buradaki l , m ve u değerleri üçlü bulanık sayıları göstermektedir.

l = en düşük değer

m = en olası değer

u = en yüksek değer

Adım 2. $M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ olasılığı

$$V(M_2 \geq M_1) = [\text{enküçük}(\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y))]$$

$$V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1, & m_2 \geq m_1 \text{ ise,} \\ 0, & l_1 \geq u_2 \text{ ise,} \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & \text{aksi durumlarda} \end{cases}$$

M_1 ve M_2 'yi karşılaştırabilmek için hem $V(M_2 \geq M_1)$ hem de $V(M_1 \geq M_2)$ değerlerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Adım 3. Diğer bütün bulanık sayılardan M_i ($i = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, k$) büyük olan bir bulanık sayının olasılığı şu şekilde ifade edilebilir.

$$V(M \geq M_1, M_2, M_3, M_4, M_5, M_6, \dots, M_k) =$$

$$V[(M \geq M_1) \text{ ve } (M \geq M_2) \text{ ve } (M \geq M_3) \text{ ve } (M \geq M_4) \text{ ve } \dots \text{ ve } (M \geq M_k)] =$$

En küçük $V(M \geq M_i)$, $i = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, k$

Her $k = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, n$; $k \neq i$ için

$d'(A_i)$ = en küçük $V(S_i \geq S_k)$ olsun.

Buna göre ağırlık vektörü şu şekilde oluşur.

$$W = (d'(A_1), d'(A_2), d'(A_3), d'(A_4), d'(A_5), \dots, d'(A_n))^T$$

Adım 4. Ağırlık vektörü normalize edilir.

$$W = (d(A_1), d(A_2), d(A_3), d(A_4), d(A_5), d(A_6), \dots, d(A_n))^T$$

Burada elde edilen W değeri bulanık değil tam kesinlik gösteren bir sayıdır.

AHS yönteminde yapılan tutarlılık hesabı, mantıksal dengeyi göstermektedir ve Chang'ın bulanık AHS modifikasyonunda değerlendirmeler nominal ölçekle yapıldığı için, bulanık hesaplamalardan önce, değerlendirmelerin tutarlı olup olmadığını, verilen değerlerin klasik karşılıkları gözetilerek test edilebilmektedir. Diğer Bulanık AHS modellerinde, nominal ölçek kullanılmadığı zamanlarda, tutarlılık için farklı yaklaşımlar geliştirmekte olup (Wang ve Chen, 2007; Leung ve Cao, 2000), henüz genel geçer bir yaklaşım bulunmamaktadır.

2.13.2. Bulanık AHS Konusunda Literatür İncelemesi

Bulanık AHS konusunda da çeşitli çalışmalara rastlamak mümkündür. Hükümet tarafından desteklenen Ar-Ge çalışması projelerinin seçiminde proje riski,

potansiyel yararları, ekonomik ve sosyal faydaları, teknik ve ticari riskleri değerlendirmek için Bulanık AHS yöntemi kullanılmıştır (Huang vd., 2007). Stratejik değerlerin aktarılması, teknolojiye yapılan yatırım ve yapı esnekliği ana ölçütleri ile güvenilirlik, kullanım kolaylığı, yenilik gibi alt ölçütlere göre sermaye göstergelerinin önceliklendirilmesi işleminde Bulanık AHS yöntemi kullanılmıştır (Bozbura ve Beşkese, 2006; Bozkura vd., 2006). Bilişim teknolojisi bölümlerinin performans değerlendirmesi için finansal, müşteri, işletme içi öğrenme ve gelişme ana faktörlerine göre çeşitli performans göstergeleri saptanarak bir çalışma yapılmıştır (Lee vd., 2006). Toplam gelir, döngü zamanı, darboğaz durumu gibi faktörler göz önüne alınarak ürün, ekipman verimliliği ve finans ana ölçütlerine bağlı olarak ürün karması doğru biçimde oluşturulmaya çalışılmıştır (Kang ve Lee, 2007). Teknoloji öngörümleme metodunun seçiminde veriye ulaşabilme, verilerin doğruluğu, teknoloji gelişiminin tahmin edilebilirliği, teknoloji benzerliği, metod uyum sağlama yeteneği, işlem kolaylığı ve uygulama maliyeti ölçütlerine bağlı olarak delphi metodu, senaryo yazma, örnek olay çalışması, ilişki ağacı ve gelişim eğrisi yöntemleri karşılaştırılmıştır (Cheng vd., 2006). Bilgi içeriği, kullanıcı ara yüzü, site yönetimi ve satıcı desteği ana ölçütlerine göre bilgi yönetim araçlarını değerlendirmek için 3 firma karşılaştırılarak Tayvan çelik endüstrisine ilişkin bir inceleme yapılmıştır (Kreng ve Wu, 2007). Yeni ürün geliştirme çalışmaları kapsamında TFT ve LCD televizyonlarından ürün karmasını oluşturarak firmada en yüksek performansı sağlamak için organizasyon-Pazar, imalat kapasitesi ve teknoloji-mühendislik ana ölçütlerine göre 2 ürünlü çeşitli ürün karmaları karşılaştırılmıştır (Chen vd., 2006b).

Chang'ın geliştirmiş olduğu Bulanık AHS modeli ve diğer benzeri modeller, literatürde tartışılmaya devam edilmekte olup, yöntemin uygulanabilirliğine karşı çıkanlar olmakla beraber (Wang vd., 2008; Saaty ve Tran, 2007), Chang'ın Bulanık AHS modeli (Chang, 1992), Bulanık AHS çalışmalarına yer verildiği bu bölümde, onlarca farklı sektörde uygulandığı ve başarılı sonuçlara ulaştığı görülmektedir.

Bu alanda süregelen tartışmaların bazıları da AHS yönteminin bulanık olarak uygulanmasının geçerli olup olmadığı üzerinedir (Saaty ve Tran, 2007). Daha önce değinildiği üzere Azerbaycan asıllı Rus bilim adamı Loutfi A. Zadeh tarafından ortaya atılan bulanık mantık kavramı Avrupalı bilim adamları arasında ilgi görmemiş, Japonya'da ise tam tersine büyük ilgi toplamış, bunun sonucunda Japon firmalarının ürettiği ve örneklerini gündelik hayata taşıyan, tek tuşla çalışan içindeki çamaşır

miktarına, kir derecesine, suyun kireç oranına göre yıkama programına karar veren çamaşır makineleri, S harfi ile 5 rakamının elle yazılması durumunda ayırt etmeye olanak sağlayan tarayıcı (scanner) programları bu kapsamdaki ürünler olarak dünya pazarına sunulmuştur. Avrupa'da bu yaklaşımın ilgi görmemesinin ve bilim adamları tarafından eleştiri yönlü makalelerin yapılmasının nedeni ise Avrupa medeniyetinin temelini oluşturan Antik Yunan medeniyetinden kaynaklanmaktadır. Antik Yunan medeniyetinin temelindeki önemli filozoflardan biri olan Aristo'nun matematik dünyasına yaptığı en önemli katkılardan biri küme aidiyetinin temelini oluşturmasıdır. Ancak Aristo mantığındaki klasik küme aidiyeti 0-1 mantığından yani ikili mantıktan oluşmaktadır. Buna örnek vermek gerekirse, genç insanlar kümesini oluştururken belli bir grup içinde yaşı 20 ile 30 yaş arası olanlar bu kümeye dahil edildiğinde yaşı 30 olan kişi genç kümesine dahil edilirken yaşı 31 olan kişi sadece 1 yaş farkı yüzünden tamamen bu kümenin dışında kalmaktadır. Bulanık mantık işte bu sorunun çözümünde ikili mantığın yerine çoklu mantığı kullanmakta ve küme aidiyetini 0-1 olarak değil her küme elemanı için 0 ile 1 aralığında değişen üyelik dereceleri ile ifade etmektedir. Avrupa medeniyeti Antik Yunan kültürü ile yoğrulduğu için bulanık mantık yaklaşımını benimsemesi biraz zaman almış ve Japon firmalarının gerisinde kalmışlardır. Bu tartışmaların getirdiği avantaj ise bulanık mantığa dayanan mevcut yöntemleri daha da başarılı çözümler sunmak üzere gelişmeye yöneltmeleridir. Bulanık mantığa dayalı yaklaşımların genel geçer hale gelmemelerinden dolayı, uygulamaya başlayan ve sürdüren kurumlar ve çalışmalarında kullanan bilim adamları olduğu gibi, yöntemi eleştirmeye yönelik çalışmalar da yayınlanmaktadır. Ancak günümüzde karar verme tekniklerinin hemen hemen tümünde bulanık veriler ile çalışma koşullarına göre yapılan modifikasyonlar öngörüldüğünde, AHS ve benzeri yöntemlerin de bu eğilime ayak uydurması kaçınılmaz olmuştur.

2.13.3. Bulanık AHS Konusunda Tedarikçi Seçimi Ve Değerlendirilmesine İlişkin Örnek Uygulama

Bu örnek uygulamada tarım ürünleri pazarlayan bir firmanın tedarikçilerini değerlendirme ölçütlerinin belirlenip ağırlıklandırılması için Bulanık AHS yöntemi kullanılmıştır. Bu çalışma 2006 yılının Aralık ayında 4. Uluslararası Lojistik Ve Tedarik Zinciri Kongresinde sunulmuştur. Bu çalışmada öncelikle tedarikçi değerlendirmenin önemi hakkında bilgi verilmiş ardından tedarikçi değerlendirmede

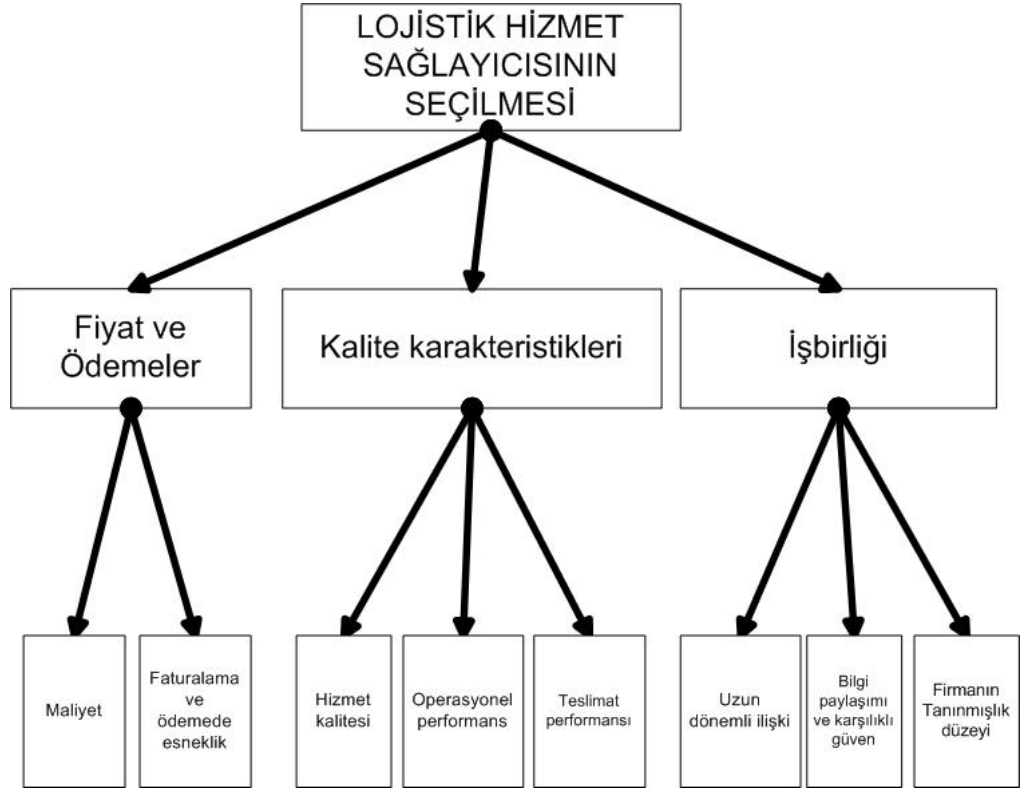
göz önüne alınan ölçütler konusunda literatür incelemesi yapılmıştır. Tedarikçi seçiminde kullanılan ölçütler ve bu ölçütlere değinilen çalışmalar aşağıdaki Tablo 10'da sunulmuştur.

Tablo 10: Tedarikçi Seçim Ölçütleri

Seçim Ölçütü	Kaynaklar
Kullanıcılarla uyum içinde olma	Andersson ve Norrman (2002), Lynch (2000), Thompson (1996), Boyson vd. (1999), Mohanty ve Deshmukh (1993)
Hizmet maliyeti	Lynch (2000), Langley vd. (2002), Boyson vd. (1999), Stock vd. (1998), Tam ve Tummala (2001)
Hizmet kalitesi	Razzaque ve Sheng (1998), Thompson (1996), Langley vd. (2002), Stock vd. (1998)
Firmanın tanınmışlık düzeyi	Lynch (2000), Thompson (1996), Boyson vd. (1999)
Uzun dönemli ilişkiler	Lynch (2000), Boyson vd. (1999), Maltz (1995), Stank ve Daugherty (1997)
Performans ölçümü	Bhatnagar vd. (1999), Lynch (2000), Langley vd. (2002)
Lojistikte insan gücü kullanma isteği	Razzaque ve Sheng (1998), Ackerman (1996)
Faturalama ve ödemede esneklik	Bradley (1994)
Yönetim kalitesi	Andersson ve Norrman (2002), Lynch (2000), Boyson vd. (1999)
Bilgi paylaşımı ve karşılıklı güven	Lynch (2000), Stock (1998), Bagchi ve Virum (1998)
Operasyonel performans	Langley vd. (2002), Tam ve Tummala (2001)
Bilgi teknolojisi kapasitesi	Andersson ve Norrman (2002), Lynch (2000), Langley vd. (2002), Boyson vd. (1999), Langley vd. (2002), Rabinovich vd. (1999), Closs vd. (1997), Babbar ve Prasad (1998)
Sabit kıymetlerin büyüklüğü ve kalitesi	Boyson vd. (1999), Hum (2000)
Benzer ürünlerdeki deneyimi	Razzaque ve Sheng (1998), Ackerman (1996), Richardson (1993)
Teslimat performansı (hız ve güvenilirlik)	Stock vd. (1998), Gattorna ve Walters (1996)
Çalışan memnuniyeti	Lynch (2000), Boyson vd. (1999), Langley vd. (2002)
Finansal performans	Andersson ve Norrman (2002), Boyson vd. (1999), Gattorna ve Walters (1996)
Pazar payı	Thompson (1996)
Coğrafi yayılım ve sağlanan hizmet ağı	Boyson vd. (1999), Maltz (1995), Bradley (1994)
Risk yönetimi	Boyson vd. (1999), Aktaş ve Ulengin (2005)
Tedarikçinin kapasitesi	Anonymous (1999)
Teslimatta esneklik	Stank and Daugherty (1997)

Kaynak: Jharkharia ve Shankar (2005)'ten uyarlanmıştır.

Bu literatür incelemesinin ardından firma ile görüşme yapılarak ölçütler belirlenmiş ve ikili karşılaştırmaların sağlıklı biçimde gerçekleştirilmesi için anlamlı ana ölçütler altında gruplandırılmıştır. Bu ölçütlerin hiyerarşik yapısı Şekil 20'de verilmiştir.



Şekil 20: Tedarikçi Değerlendirme Hiyerarşik Yapısı

Bu yapıya uygun olarak değerlendirme formu hazırlanmış ve firmanın lojistik kararlarında söz sahibi olan kişilerle görüşülerek düzenlenmiştir. Buna göre genel amaç olan firmanın ihtiyaçlarını karşılayacak lojistik firmasının seçimi ve değerlendirilmesi açısından hazırlanan sorular aşağıdaki gibidir. Ölçütler konusunda bir kavram karışıklığı sorunu yaşanmaması için ana ölçütlerin neleri kapsadığı not olarak eklenmiştir. Buna göre ana ölçütler için değerlendirme formu Tablo 11'de verilmiştir.

Genel amaç olan firmanızın ihtiyaçlarını karşılayacak lojistik firmasının seçimi ve değerlendirilmesi açısından;

Soru1: Fiyat ve ödeme olanakları ana ölçütü, kalite karakteristikleri ana ölçütüne göre ne kadar daha önemlidir?

Soru2: Fiyat ve ödeme olanakları ana ölçütü, işbirliği ve uyum ana ölçütüne göre ne kadar daha önemlidir?

Soru3: Kalite karakteristikleri ana ölçütü, işbirliği ve uyum ana ölçütüne göre ne kadar daha önemlidir?

Önemli not: Fiyat ve ödeme olanakları ana ölçütü; maliyetler ile ödeme ve faturalandırmada esnekliği ifade etmektedir. Kalite karakteristikleri ana ölçütü; hizmet kalitesi, operasyonel performans ve teslimat performansını ifade etmektedir. İşbirliği ve uyum ana ölçütü ise; lojistik firması ile uzun yıllar süren ilişkiyi, bilgi paylaşımı ve karşılıklı güveni ve lojistik firmasının tanınma düzeyini göstermektedir.

Tablo 11: Lojistik Firmasının Seçimi Ve Değerlendirilmesi Açısından Ana Ölçütleri Değerlendirme

Lojistik firmasının seçimi ve değerlendirilmesi açısından	Bir ana ölçütün diğerine göre önemi										
	Ölçütler	Kesinlikle daha önemli	Daha önemli	Önemli	Az önemli	Eşit öneme sahip	Az önemli	Önemli	Daha önemli	Kesinlikle daha önemli	Ölçütler
Soru1	Fiyat ve ödeme olanakları				X						Kalite karakteristikleri
Soru2	Fiyat ve ödeme olanakları					X					İşbirliği ve uyum
Soru3	Kalite karakteristikleri					X					İşbirliği ve uyum

Değerlendirme ifadelerine karşılık gelen üçlü bulanık sayılar Tablo 12'de sunulmuştur.

Tablo 12: Üçlü Bulanık Sayı Değerleri

Durum	Üçlü bulanık sayılar
Kesinlikle daha önemli (Satırdaki ölçüt sütundaki ölçüte göre)	(7/2, 4, 9/2)
Daha önemli (Satırdaki ölçüt sütundaki ölçüte göre)	(5/2, 3, 7/2)
Önemli (Satırdaki ölçüt sütundaki ölçüte göre)	(3/2, 2, 5/2)
Az öneme sahip (Satırdaki ölçüt sütundaki ölçüte göre)	(2/3, 1, 3/2)
Eşit öneme sahip (Her iki durum için de)	(1, 1, 1)
Az öneme sahip (Sütundaki ölçüt satırdaki ölçüte göre)	(2/3, 1, 3/2)
Önemli (Sütundaki ölçüt satırdaki ölçüte göre)	(2/5, 1/2, 2/3)
Daha önemli (Sütundaki ölçüt satırdaki ölçüte göre)	(2/7, 1/3, 2/5)
Kesinlikle daha önemli (Sütundaki ölçüt satırdaki ölçüte göre)	(2/9, 1/4, 2/7)

Kaynak: Tolga vd., 2005, 22' den geliştirilmiştir.

Eşit öneme sahip satırından sonraki ifadeler karşılaştırma yapılan ölçütün diğer ölçüte göre öneminin az olduğu durumları ifade etmek için kullanılmaktadır. AHS'de iki aktivitenin karşılaştırılmasında satırlar sütunlarla karşılaştırılarak "satırdaki aktivite sütundaki aktiviteye göre ne kadar daha önemli?" sorusunun cevabı her bir hücre için verilmektedir. Diyagonalin alt kısmı ise kendiliğinden ortaya çıkmaktadır. Zira matrisin a_{ij} hücresinin değeri x ise a_{ji} hücresinin değeri $1/x$ olmaktadır (Yenginol, 2000, 102). Buradaki değerler de aynı mantıkta alt limit değerini simgeleyen l , en olası değeri simgeleyen m ve üst limit değerini simgeleyen u değerlerinin de tersi alınarak işlem gerçekleştirilmektedir. Örneğin daha önemli kavramındaki üçlü bulanık sayı değerleri olan $7/2$, 4 ve $9/2$ değerlerinin tersi alındığında sütundaki ölçüt satırdaki ölçüte göre kesinlikle daha önemliyse [$1/(9/2)$; $1/4$; ve $1/(7/2)$] hesaplaması sonucunda ($2/9$, $1/4$, $2/7$) değerleri elde edilecektir.

Buna göre lojistik firmasını değerlendirmede ana ölçütler açısından bulanık değerlendirme matrisi Tablo 13'teki gibi oluşmuştur.

Tablo 13: Lojistik Firmasının Değerlendirilmesi Açısından Bulanık Değerlendirme Matrisi

	Fiyat ve ödeme olanakları (f)			Kalite karakteristikleri (k)			İşbirliği ve uyum (i)		
Fiyat ve ödeme olanakları (f)	1	1	1	2/3	1	3/2	1	1	1
Kalite karakteristikleri (k)	2/3	1	3/2	1	1	1	1	1	1
İşbirliği ve uyum (i)	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tablo 13'ten görüldüğü üzere aynı aktivitelerin kesiştiği ve matrisin de diyagonalini oluşturan hücrelerde eşit önemi temsil eden "1" değerleri bulunmaktadır.

Fiyat ve ödeme olanakları için l , m ve u değerleri o satırdaki l , m ve u değerlerinin toplamından elde edilir.

$$l_f = 1 + 2/3 + 1 = 2,667$$

$$m_f = 1 + 1 + 1 = 3$$

$$u_f = 1 + 3/2 + 1 = 3,5$$

$$l_k = 2/3 + 1 + 1 = 2,667$$

$$m_k = 1 + 1 + 1 = 3$$

$$u_k = 3/2 + 1 + 1 = 3,5$$

$$l_i = 1 + 1 + 1 = 3$$

$$m_i = 1 + 1 + 1 = 3$$

$$u_i = 1 + 1 + 1 = 3$$

Buradaki l , m ve u değerleri üçlü bulanık sayıları göstermektedir.

l = en düşük değer

m = en olası değer

u = en yüksek değer

Bu aşamadan sonra l , m ve u değerlerinin genel toplamı elde edilir.

$$l = l_f + l_k + l_i$$

$$m = m_f + m_k + m_i$$

$$u = u_f + u_k + u_i$$

Bu işlemin gösterimi aşağıdaki formülle ifade edilebilir.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = (\sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i)$$

$$l = 2,667 + 2,667 + 3 = 8,333$$

$$m = 3 + 3 + 3 = 9$$

$$u = 3,5 + 3,5 + 3 = 10$$

Bu işlem tamamlandıktan sonra tersinin alınması şu şekilde ifade edilebilir.

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right)$$

Bu işleme göre üçlü sayıların tersi şu şekilde oluşmaktadır:

$$(1/10; 1/9; 1/8,333)$$

Birinci ana ölçüt olan Fiyat ve ödeme olanakları (f) ölçütüne ilişkin l , m , ve u değerleri genel toplama bölünür.

Bu hesaplamaların formülasyonu aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir:

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

$$l_f = 1 + 2/3 + 1 = 2,667$$

$$m_f = 1 + 1 + 1 = 3$$

$$u_f = 1 + 3/2 + 1 = 3,5$$

$$S_f = (2,667; 3; 3,5) \otimes (1/10; 1/9; 1/8,333) = (0,267; 0,333; 0,4)$$

Aynı işlem 2. ve 3. ölçütler için de tekrarlanır.

$$l_k = 2/3 + 1 + 1 = 2,667$$

$$m_k = 1 + 1 + 1 = 3$$

$$u_k = 3/2 + 1 + 1 = 3,5$$

$$l_i = 1 + 1 + 1 = 3$$

$$m_i = 1 + 1 + 1 = 3$$

$$u_i = 1 + 1 + 1 = 3$$

$$S_k = (2,667; 3; 3,5) \otimes (1/10; 1/9; 1/8,333) = (0,267; 0,333; 0,4)$$

$$S_i = (3; 3; 3) \otimes (1/10; 1/9; 1/8,333) = (0,3; 0,333; 0,36)$$

Adım 2. $M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ olasılığının bulunması gerekmektedir:

$$V(M_2 \geq M_1) = [\text{enküçük}(\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y))]$$

$$V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1, & m_2 \geq m_1 \text{ ise,} \\ 0, & l_1 \geq u_2 \text{ ise,} \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & \text{aksi durumlarda} \end{cases}$$

M_1 ve M_2 'yi karşılaştırabilmek için hem $V(M_2 \geq M_1)$ hem de $V(M_1 \geq M_2)$ değerlerine ihtiyaç duyulmaktadır.

$$(l_f; m_f; u_f) = (0,267; 0,333; 0,4)$$

$$(l_k; m_k; u_k) = (0,267; 0,333; 0,4)$$

Burada m_f değeri m_k değerine eşit olduğundan $V(M_f \geq M_k) = 1$ olarak bulunur.

$$V(M_f \geq M_k) = 1$$

Aynı işlem bütün ikili karşılaştırmalar için tekrarlandığında şu sonuçlar elde edilmektedir.

$$V(M_f \geq M_i) = 1$$

$$V(M_k \geq M_i) = 1$$

$$V(M_k \geq M_f) = 1$$

$$V(M_i \geq M_k) = 1$$

$$V(M_i \geq M_f) = 1$$

Adım 3. Diğer bütün bulanık sayılardan M_i ($i = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, k$) büyük olan bir bulanık sayının olasılığı şu şekilde ifade edilebilir.

$$V(M \geq M_1, M_2, M_3, M_4, M_5, M_6, \dots, M_k) =$$

$$V[(M \geq M_1) \text{ ve } (M \geq M_2) \text{ ve } (M \geq M_3) \text{ ve } (M \geq M_4) \text{ ve } \dots \text{ ve } (M \geq M_k)] =$$

$$\text{En küçük } V(M \geq M_i), i = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, k$$

Her $k = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, n; k \neq i$ için

$$d^i(A_i) = \text{en küçük } V(S_i \geq S_k) \text{ olsun.}$$

Buna göre ağırlık vektörü şu şekilde oluşur.

$$W = (d^i(A_1), d^i(A_2), d^i(A_3), d^i(A_4), d^i(A_5), \dots, d^i(A_n))^T$$

$$\text{En küçük } V(M_f \geq M_k) \text{ ve } V(M_f \geq M_i) = 1$$

$$\text{En küçük } V(M_k \geq M_f) \text{ ve } V(M_k \geq M_i) = 1$$

$$\text{En küçük } V(M_i \geq M_f) \text{ ve } V(M_i \geq M_k) = 1$$

$$W = \{1, 1, 1\}$$

Adım 4. Ağırlık vektörü normalize edilir.

$$W = (d(A_1), d(A_2), d(A_3), d(A_4), d(A_5), d(A_6), \dots, d(A_n))^T$$

Burada elde edilen W değeri bulanık değil tam kesinlik gösteren bir sayıdır.

Normalize işlemi için toplam değer = $1 + 1 + 1 = 3$

$$W = \{1/3, 1/3, 1/3\}$$

$$W = \{0,333; 0,333; 0,333\}$$

Burada elde edilen W değeri bulanık değil tam kesinlik gösteren bir sayıdır.

Lojistik firmasının değerlendirilmesinde hiyerarşinin ilk seviyesinde yer alan ana ölçütlerin ağırlıklarının tespit edilmesinden sonra hiyerarşinin bir alt basamağında bulunan ana ölçütlere ilişkin alt ölçütler için değerlendirmeler yapılmıştır.

Ana ölçüt olan fiyat ve ödeme olanakları açısından değerlendirmede hazırlanan form Tablo 14'te verilmiştir.

Soru1: Maliyetler alt ölçütü, ödeme ve faturalandırmada esneklik alt ölçütüne göre ne kadar daha önemlidir?

Önemli not: Maliyetler alt ölçütü; alınan hizmete ödenen bedellerin toplamını kapsamaktadır. Ödeme ve faturalandırmada esneklik alt ölçütü ise; lojistik firmasının sizin firmanıza sağladığı ödeme ve faturalandırma kolaylıklarını içermektedir.

Tablo 14: Ana Ölçüt Olan Fiyat ve Ödeme Olanakları Açısından Alt Ölçütleri Değerlendirme

Fiyat ve ödeme olanakları açısından	Bir alt ölçütün değerine göre önemi										
Sorular	Ölçütler	Kesinlikle daha önemli	Daha önemli	Önemli	Az önemli	Eşit öneme sahip	Az önemli	Önemli	Daha önemli	Kesinlikle daha önemli	Ölçütler
Soru1	Maliyetler					X					Ödeme ve faturalandırmada esneklik

Bu forma göre bulanık değerlendirme matrisi Tablo 15'te sunulmuştur.

Tablo 15: Ana Ölçüt Olan Fiyat ve Ödeme Olanakları Açısından Bulanık Değerlendirme Matrisi

	Maliyetler (m)			Ödeme ve faturalandırmada esneklik (ö)		
Maliyetler (m)	1	1	1	1	1	1
Ödeme ve faturalandırmada esneklik (ö)	1	1	1	1	1	1

Tablo 15'ten görüldüğü üzere aynı aktivitelerin kesiştiği ve matrisin de diyagonalini oluşturan hücrelerde eşit önemi temsil eden "1" değerleri bulunmaktadır.

Maliyetler için l , m ve u değerleri o satırdaki l , m ve u değerlerinin toplamından elde edilir. Bu işlem diğer ölçüt için de tekrar edilir.

$$l_m = 1 + 1 = 2$$

$$m_m = 1 + 1 = 2$$

$$u_m = 1 + 1 = 2$$

$$l_\delta = 1 + 1 = 2$$

$$m_\delta = 1 + 1 = 2$$

$$u_\delta = 1 + 1 = 2$$

Buradaki l , m ve u değerleri üçlü bulanık sayıları göstermektedir.

l = en düşük değer

m = en olası değer

u = en yüksek değer

Bu aşamadan sonra l , m ve u değerlerinin genel toplamı elde edilir.

$$l = l_m + l_\delta = 1 + 1 = 2$$

$$m = m_m + m_\delta = 1 + 1 = 2$$

$$u = u_m + u_\delta = 1 + 1 = 2$$

Bu işlemin gösterimi aşağıdaki formülle ifade edilebilir:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = \left(\sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i \right)$$

$$l = 2 + 2 = 4$$

$$m = 2 + 2 = 4$$

$$u = 2 + 2 = 4$$

Bu işlem tamamlandıktan sonra tersinin alınması şu şekilde ifade edilebilir.

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right)$$

Bu işleme göre üçlü sayıların tersi, (1/4; 1/4; 1/4) değerleridir.

Adım 2. $M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ olasılığının bulunması gerekmektedir.

$$V(M_2 \geq M_1) = [\text{enküçük}(\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y))]$$

$$V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1, & m_2 \geq m_1 \text{ ise,} \\ 0, & l_1 \geq u_2 \text{ ise,} \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & \text{aksi durumlarda} \end{cases}$$

M_1 ve M_2 'yi karşılaştırabilmek için hem $V(M_2 \geq M_1)$ hem de $V(M_1 \geq M_2)$ değerlerine ihtiyaç duyulmaktadır.

$$V(M_m \geq M_\delta) = 0,5$$

$$V(M_\delta \geq M_m) = 0,5$$

Adım 3. Diğer bütün bulanık sayılardan M_i ($i = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, k$) büyük olan bir bulanık sayının olasılığı şu şekilde ifade edilebilir.

$$V(M \geq M_1, M_2, M_3, M_4, M_5, M_6, \dots, M_k) =$$

$$V[(M \geq M_1) \text{ ve } (M \geq M_2) \text{ ve } (M \geq M_3) \text{ ve } (M \geq M_4) \text{ ve } \dots \text{ ve } (M \geq M_k)] =$$

$$\text{En küçük } V(M \geq M_i), i = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, k$$

Her $k = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, n; k \neq i$ için

$$d^i(A_i) = \text{en küçük } V(S_i \geq S_k) \text{ olsun.}$$

Buna göre ağırlık vektörü şu şekilde oluşur.

$$W = (d^1(A_1), d^1(A_2), d^1(A_3), d^1(A_4), d^1(A_5), \dots, d^1(A_n))^T$$

Burada sadece 2 ölçütlü karşılaştırma olduğu için değerler doğrudan seçilir.

$$\text{En küçük } V(M_m \geq M_\delta) = 0,5$$

$$\text{En küçük } V(M_\delta \geq M_m) = 0,5$$

$$W = \{0,5; 0,5\}$$

Adım 4. Ağırlık vektörü normalize edilir.

$$W = (d(A_1), d(A_2), d(A_3), d(A_4), d(A_5), d(A_6), \dots, d(A_n))^T$$

Burada elde edilen W değeri bulanık değil tam kesinlik gösteren bir sayıdır.

Normalize işlemi için toplam değer = 0,5 + 0,5 = 1

$$W = \{0,5; 0,5\}$$

İlk ana ölçüt olan fiyat ve ödeme olanaklarına göre karşılaştırmalar yapılip ağırlıklar bulunduktan sonra, sıra 2. ana ölçüt olan kalite karakteristiklerine göre alt ölçütlerinin değerlendirilmesine gelmiştir. Buna göre hazırlanan değerlendirme formu Tablo 16'da düzenlenmiştir.

Ana ölçüt olan kalite karakteristiklerine göre;

Soru1: Hizmet kalitesi alt ölçütü, operasyonel performans alt ölçütüne göre ne kadar daha önemlidir?

Soru2: Hizmet kalitesi alt ölçütü, teslimat performansı alt ölçütüne göre ne kadar daha önemlidir?

Soru3: Operasyonel performans alt ölçütü, teslimat performansı alt ölçütüne göre ne kadar daha önemlidir?

Önemli not: Hizmet kalitesi alt ölçütü; firmanızın beklentilerine uygun kalitede ve zamanında hizmet vermesini ve firmanızın ilgili lojistik firmasından olan memnuniyetinin derecesini ifade etmekte iken; operasyonel performans alt ölçütü ise; firmanın dokümantasyon yapısı, sistemli çalışma alışkanlığı, firmanızın beklentilerine uygun belge ve raporların vb. varlığını göstermektedir. Teslimat performansı alt ölçütü; planlanan sürede, miktarda ve biçimde teslimatların yerine getirilmesini ifade etmektedir.

Tablo 16: Ana Ölçüt Olan Kalite Karakteristikleri Açısından Alt Ölçütleri Değerlendirme

Kalite karakteristikleri açısından	Bir alt ölçütün diğerine göre önemi										
Sorular	Ölçütler	Kesinlikle daha önemli	Daha önemli	Önemli	Az önemli	Eşit öneme sahip	Az önemli	Önemli	Daha önemli	Kesinlikle daha önemli	Ölçütler
Soru1	Hizmet kalitesi		X								Operasyonel performans
Soru2	Hizmet kalitesi							X			Teslimat performansı
Soru3	Operasyonel performans						X				Teslimat performansı

Bu forma göre bulanık değerlendirme matrisi Tablo 17’de sunulmuştur.

Tablo 17: Kalite Karakteristiklerinin Değerlendirilmesi Açısından Bulanık Değerlendirme Matrisi

	Hizmet kalitesi (h)			Operasyonel performans (o)			Teslimat performansı (t)		
Hizmet kalitesi (h)	1	1	1	5/2	3	7/2	2/7	1/3	2/5
Operasyonel performans (o)	2/7	1/3	2/5	1	1	1	2/5	1/2	2/3
Teslimat performansı (t)	5/2	3	7/2	3/2	2	5/2	1	1	1

Hizmet kalitesi için l , m ve u değerleri o satırdaki l , m ve u değerlerinin toplamından elde edilir. Bu işlem operasyonel performans ve teslimat performansı için de tekrar edilir.

$$l_h = 1 + 5/2 + 2/7 = 3,785$$

$$m_h = 1 + 3 + 1/3 = 4,333$$

$$u_h = 1 + 7/2 + 2/5 = 4,9$$

$$l_o = 2/7 + 1 + 2/5 = 1,686$$

$$m_o = 1/3 + 1 + 1/2 = 1,833$$

$$u_o = 2/5 + 1 + 2/3 = 2,067$$

$$l_t = 5/2 + 3/2 + 1 = 5$$

$$m_t = 3 + 2 + 1 = 6$$

$$u_t = 7/2 + 5/2 + 1 = 7$$

Buradaki l , m ve u değerleri üçlü bulanık sayıları göstermektedir.

l = en düşük değer
 m = en olası değer
 u = en yüksek değer

Bu aşamadan sonra l , m ve u değerlerinin genel toplamı elde edilir.

$$l = l_h + l_o + l_t$$

$$m = m_h + m_o + m_t$$

$$u = u_h + u_o + u_t$$

Bu işlemin gösterimi aşağıdaki formülle ifade edilebilir.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M^j g_i = (\sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i)$$

$$l = 3,785 + 1,686 + 5 = 10,471$$

$$m = 4,333 + 1,833 + 6 = 12,167$$

$$u = 4,9 + 2,067 + 7 = 13,967$$

Bu işlem tamamlandıktan sonra tersinin alınması şu şekilde ifade edilebilir.

$$[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M^j g_i]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right)$$

Bu işleme göre üçlü sayıların tersi, (1/13,967; 1/12,167; 1/10,471) şeklinde hesaplanır.

Birinci alt ölçüt olan hizmet kalitesi (h) ölçütüne ilişkin l , m , ve u değerleri genel toplama bölünür.

Bu aşamadaki hesaplar aşağıdaki formülle ifade edilir:

$$S_i = \sum_{j=1}^m M^j g_i \otimes [\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M^j g_i]^{-1}$$

$$S_h = (3,785; 4,333; 4,9) \otimes (1/13,967; 1/12,167; 1/10,471) =$$

$$(0,271; 0,356; 0,468)$$

Aynı hesaplamalar 2. ve 3. ölçütler için de tekrarlanır.

$$S_o = (1,685; 1,833; 2,067) \otimes (1/13,967; 1/12,167; 1/10,471) =$$

$$(0,12; 0,15; 0,197)$$

$$S_t = (5; 6; 7) \otimes (1/13,967; 1/12,167; 1/10,471) =$$

(0,358; 0,493; 0,668)

Adım 2. $M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ olasılığının bulunması gerekmektedir.

$$V(M_2 \geq M_1) = [\text{enküçük}(\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y))]$$

$$V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1, & m_2 \geq m_1 \text{ ise,} \\ 0, & l_1 \geq u_2 \text{ ise,} \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & \text{aksi durumlarda} \end{cases}$$

M_1 ve M_2 'yi karşılaştırabilmek için hem $V(M_2 \geq M_1)$ hem de $V(M_1 \geq M_2)$ değerlerine ihtiyaç duyulmaktadır.

$$(l_h; m_h; u_h) = (0,271; 0,356; 0,468)$$

$$(l_o; m_o; u_o) = (0,12; 0,15; 0,197)$$

Burada m_h değeri m_o değerinden büyük olduğundan $V(M_h \geq M_o) = 1$ olarak bulunur.

$$V(M_h \geq M_o) = 1$$

Aynı işlem hizmet kalitesi ve teslimat performansı karşılaştırması için yapıldığında şu sonuca ulaşılmaktadır.

$$(l_h; m_h; u_h) = (0,271; 0,356; 0,468)$$

$$(l_t; m_t; u_t) = (0,358; 0,493; 0,668)$$

$$V(M_h \geq M_t) = \frac{0,271 - 0,668}{(0,493 - 0,668) - (0,356 - 0,271)} = 0,445$$

Diğer ikili karşılaştırmaların sonucu aşağıda verilmektedir:

$$V(M_o \geq M_h) = 0$$

$$V(M_o \geq M_t) = 0$$

$$V(M_t \geq M_h) = 1$$

$$V(M_t \geq M_o) = 1$$

Adım 3. Diğer bütün bulanık sayılardan M_i ($i = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, k$) büyük olan bir bulanık sayının olasılığı şu şekilde ifade edilebilir.

$$V(M \geq M_1, M_2, M_3, M_4, M_5, M_6, \dots, M_k) =$$

$$V[(M \geq M_1) \text{ ve } (M \geq M_2) \text{ ve } (M \geq M_3) \text{ ve } (M \geq M_4) \text{ ve } \dots \text{ ve } (M \geq M_k)] =$$

$$\text{En küçük } V(M \geq M_i), i = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, k$$

$$\text{Her } k = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, n; k \neq i \text{ için}$$

$d'(A_i) = \text{en küçük } V(S_i \geq S_k) \text{ olsun.}$

Buna göre ağırlık vektörü şu şekilde oluşur.

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), d'(A_3), d'(A_4), d'(A_5), \dots, d'(A_n))^T$$

$$\text{En küçük } V(M_h \geq M_o) \text{ ve } V(M_h \geq M_i) = \text{en küçük } (1; 0,445) = 0,445$$

$$\text{En küçük } V(M_o \geq M_h) \text{ ve } V(M_o \geq M_i) = \text{en küçük } (0; 0) = 0$$

$$\text{En küçük } V(M_i \geq M_h) \text{ ve } V(M_i \geq M_o) = \text{en küçük } (1; 1) = 1$$

$$W' = \{0,445; 0; 1\}$$

Adım 4. Ağırlık vektörü normalize edilir.

$$W = (d(A_1), d(A_2), d(A_3), d(A_4), d(A_5), d(A_6), \dots, d(A_n))^T$$

Burada elde edilen W değeri bulanık değil tam kesinlik gösteren bir sayıdır.

$$\text{Normalize işlemi için toplam değer} = 0,445 + 0 + 1 = 1,445$$

$$W = \{0,445/1,445; 0/1,445; 1/1,445\}$$

$$W = \{0,308; 0; 0,692\}$$

Son ana ölçüt olan işbirliği ve uyum açısından değerlendirme yapmak için kullanılan sorular aşağıda verilmiştir. Bu sorulara ilişkin değerlendirme formu ise Tablo 18'deki gibidir.

Ana ölçüt olan işbirliği ve uyum açısından;

Soru1: Uzun yıllardır süren ilişki alt ölçütü, bilgi paylaşımı ve karşılıklı güven alt ölçütüne göre ne kadar daha önemlidir?

Soru2: Uzun yıllardır süren ilişki alt ölçütü, firmanın tanınma düzeyi alt ölçütüne göre ne kadar daha önemlidir?

Soru3: Bilgi paylaşımı ve karşılıklı güven alt ölçütü, firmanın tanınma düzeyi alt ölçütüne göre ne kadar daha önemlidir?

Önemli not: Uzun yıllardır süren ilişki alt ölçütü; firma ile uzun yıllardır birlikte çalışılmasını ifade etmektedir. Bilgi paylaşımı ve karşılıklı güven alt ölçütü ise; firmalar arası bilgi paylaşımına etkinliği ve bunun karşılıklı güvene dayanmasını göstermektedir. Firmanın tanınma düzeyi alt ölçütü; lojistik firmasının piyasada ve ilgili sektörlerde tanınmışlık düzeyini ifade etmektedir.

Tablo 18: Ana Ölçüt Olan İşbirliği Ve Uyum Açısından
Alt Ölçütleri Değerlendirme

İşbirliği ve uyum açısından	Bir ölçütün diğerine göre önemi										
Sorular	Ölçütler	Kesinlikle daha önemli	Daha önemli	Önemli	Az önemli	Eşit öneme sahip	Az önemli	Önemli	Daha önemli	Kesinlikle daha önemli	Ölçütler
Soru1	Uzun yıllardır süren ilişki					X					Bilgi paylaşımı ve karşılıklı güven
Soru2	Uzun yıllardır süren ilişki							X			Firmanın tanınma düzeyi
Soru3	Bilgi paylaşımı ve karşılıklı güven								X		Firmanın tanınma düzeyi

Bu forma göre bulanık değerlendirme matrisi Tablo 19'da sunulmuştur.

Tablo 19: İşbirliği ve Uyumun
Değerlendirilmesi Açısından Bulanık Değerlendirme Matrisi

	Uzun yıllardır süren ilişki (u)			Bilgi paylaşımı ve karşılıklı güven (b)			Firmanın tanınma düzeyi (f)		
Uzun yıllardır süren ilişki (u)	1	1	1	1	1	1	3/2	2	5/2
Bilgi paylaşımı ve karşılıklı güven (b)	1	1	1	1	1	1	5/2	3	7/2
Firmanın tanınma düzeyi (f)	2/5	1/2	2/3	2/7	1/3	2/5	1	1	1

Uzun yıllardır süren ilişki (u) için l , m ve u değerleri o satırdaki l , m ve u değerlerinin toplamından elde edilir. Bu işlem bilgi paylaşımı ve karşılıklı güven ile firmanın tanınma düzeyi için de yapılmıştır.

$$l_u = 1 + 1 + 3/2 = 3,5$$

$$m_u = 1 + 1 + 2 = 4$$

$$u_u = 1 + 1 + 5/2 = 4,5$$

$$l_b = 1 + 1 + 5/2 = 4,5$$

$$m_b = 1 + 1 + 3 = 5$$

$$u_b = 1 + 1 + 7/2 = 5,5$$

$$l_f = 2/5 + 2/7 + 1 = 1,685$$

$$m_f = 1/7 + 1/3 + 1 = 1,833$$

$$u_f = 2/3 + 2/5 + 1 = 2,067$$

Bu aşamadan sonra l , m ve u değerlerinin genel toplamı elde edilir.

$$l = l_u + l_b + l_f$$

$$m = m_u + m_b + m_f$$

$$u = u_u + u_b + u_f$$

Bu işlemin gösterimi aşağıdaki formülle ifade edilebilir.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = \left(\sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i \right)$$

$$l = 3,5 + 4,5 + 1,685 = 9,685$$

$$m = 4 + 5 + 1,833 = 10,833$$

$$u = 4,5 + 5,5 + 2,067 = 12,067$$

Bu işlem tamamlandıktan sonra tersinin alınması şu şekilde ifade edilebilir.

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right)$$

Bu işleme göre üçlü sayıların tersi şu şekilde oluşmaktadır.

$$(1/12,067; 1/10,833; 1/9,685)$$

Birinci alt ölçüt olan uzun yıllar süren ilişki (u) ölçütüne ilişkin l , m , ve u değerleri genel toplama bölünür.

Bu hesaplamaların formülasyonu şu şekilde ifade edilmektedir.

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

$$S_u = (3,5; 4; 4,5) \otimes (1/12,067; 1/10,833; 1/9,685) =$$

$$(0,29; 0,369; 0,464)$$

Aynı işlem 2. ve 3. ölçütler için de tekrarlanır.

$$S_b = (4,5; 5; 5,5) \otimes (1/12,067; 1/10,833; 1/9,685) =$$

$$(0,373; 0,462; 0,568)$$

$$S_f = (1,685; 1,833; 2,067) \otimes (1/12,067; 1/10,833; 1/9,685) =$$

$$(0,14; 0,169; 0,213)$$

Adım 2. $M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ olasılığının bulunması gerekmektedir.

$$V(M_2 \geq M_1) = [\text{enküçük}(\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y))] \\ V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1, & m_2 \geq m_1 \text{ ise,} \\ 0, & l_1 \geq u_2 \text{ ise,} \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & \text{aksi durumlarda} \end{cases}$$

M_1 ve M_2 'yi karşılaştırabilmek için hem $V(M_2 \geq M_1)$ hem de $V(M_1 \geq M_2)$ değerlerine ihtiyaç duyulmaktadır.

$$(l_u; m_u; u_u) = (0,29; 0,369; 0,464)$$

$$(l_b; m_b; u_b) = (0,373; 0,462; 0,568)$$

Uzun yıllar süren ilişki ile bilgi paylaşımı ve karşılıklı güven karşılaştırıldığında şu değere ulaşılmaktadır.

$$V(M_u \geq M_b) = \frac{0,29 - 0,568}{(0,462 - 0,568) - (0,369 - 0,29)} = 0,498$$

Diğer ikili karşılaştırmaların sonucu aşağıdaki gibidir.

$$V(M_u \geq M_f) = 1$$

$$V(M_b \geq M_u) = 1$$

$$V(M_b \geq M_f) = 1$$

$$V(M_f \geq M_u) = 0$$

$$V(M_f \geq M_b) = 0$$

Adım 3. Diğer bütün bulanık sayılardan M_i ($i = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, k$) büyük olan bir bulanık sayının olasılığı şu şekilde ifade edilebilir.

$$V(M \geq M_1, M_2, M_3, M_4, M_5, M_6, \dots, M_k) =$$

$$V[(M \geq M_1) \text{ ve } (M \geq M_2) \text{ ve } (M \geq M_3) \text{ ve } (M \geq M_4) \text{ ve } \dots \text{ ve } (M \geq M_k)] =$$

$$\text{En küçük } V(M \geq M_i), i = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, k$$

Her $k = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, n; k \neq i$ için

$$d^i(A_i) = \text{en küçük } V(S_i \geq S_k) \text{ olsun.}$$

Buna göre ağırlık vektörü oluşturulur :

$$W = (d^i(A_1), d^i(A_2), d^i(A_3), d^i(A_4), d^i(A_5), \dots, d^i(A_n))^T$$

En küçük $V(M_u \geq M_b)$ ve $V(M_u \geq M_f) = \text{en küçük } (0,498; 1) = 0,498$

En küçük $V(M_b \geq M_u)$ ve $V(M_b \geq M_f) = \text{en küçük } (1; 1) = 1$

En küçük $V(M_f \geq M_u)$ ve $V(M_f \geq M_b) = \text{en küçük } (0; 0) = 0$

$W = \{0,498; 1; 0\}$

Adım 4. Ağırlık vektörü normalize edilir.

$W = (d(A_1), d(A_2), d(A_3), d(A_4), d(A_5), d(A_6), \dots, d(A_n))^T$

Burada elde edilen W değeri bulanık değil tam kesinlik gösteren bir sayıdır.

Normalize işlemi için toplam değer = $0,498 + 1 + 0 = 1,498$

$W = \{0,498/1,498; 1/1,498; 0/1,498\}$

$W = \{0,333; 0,667; 0\}$

Bu hesaplamalardan elde edilen ana ve alt ölçütlere ilişkin ağırlıklar Tablo 20 ve Tablo 21'de düzenlenmiştir.

Tablo 20: Firma Seçiminde Ana Ölçütlere İlişkin Önem Düzeyleri

Ana ölçütler	Önem düzeyleri
Fiyat ve ödeme olanakları	0,333
Kalite karakteristikleri	0,333
İşbirliği ve uyum	0,333

Tablo 21: Firma Seçiminde Alt Ölçütlere İlişkin Önem Düzeyleri

Alt ölçütler	Önem düzeyleri	Alt ölçütler	Önem düzeyleri	Alt ölçütler	Önem düzeyleri
Maliyetler	0,5	Hizmet kalitesi	0,308	Uzun yıllardır süren ilişki	0,333
Ödeme ve faturalandırmada esneklik	0,5	Operasyonel performans	0	Bilgi paylaşımı ve karşılıklı güven	0,667
		Teslimat performansı	0,692	Firmanın tanınma düzeyi	0

Tarım ürünleri sektöründe faaliyet gösteren bu firmanın, tedarikçi seçiminde kullandığı ölçütlerin genel ağırlık derecelerini belirlemek amacıyla ana ölçütlere

ilişkin önem düzeyleri Şekil 20'deki hiyerarşik yapıya uygun olarak alt ölçütlerine dağıtılır.

$$\text{Fiyat ve ödeme olanakları önem düzeyi} \otimes \text{Maliyetler} = 0,333 * 0,5 = 0,166$$

$$\text{Fiyat ve ödeme olanakları önem düzeyi} \otimes \text{Ödeme ve faturalandırmada esneklik}$$

$$= 0,333 * 0,5 = 0,166$$

$$\text{Kalite karakteristikleri} \otimes \text{hizmet kalitesi} = 0,333 * 0,308 = 0,103$$

$$\text{Kalite karakteristikleri} \otimes \text{operasyonel performans} = 0,333 * 0 = 0$$

$$\text{Kalite karakteristikleri} \otimes \text{teslimat performans} = 0,333 * 0,692 = 0,23$$

$$\text{İşbirliği ve uyum} \otimes \text{uzun yıllardır süren ilişki} = 0,333 * 0,333 = 0,111$$

$$\text{İşbirliği ve uyum} \otimes \text{bilgi paylaşımı ve karşılıklı güven} = 0,333 * 0,667 = 0,222$$

$$\text{İşbirliği ve uyum} \otimes \text{firmanın tanınma düzeyi} = 0,333 * 0 = 0$$

Hiyerarşik yapıya uygun olarak yapılan işlemler sonucunda tedarikçi seçiminde kullanılan ölçütlerin global önem düzeyleri Tablo 22'de görülmektedir.

Tablo 22: Firma Seçiminde Ölçütlere İlişkin Genel Önem Düzeyleri

Alt ölçütler	Genel Önem düzeyleri
Maliyetler	0,166
Ödeme ve faturalandırmada esneklik	0,166
Hizmet kalitesi	0,103
Operasyonel performans	0
Teslimat performansı	0,23
Uzun yıllardır süren ilişki	0,111
Bilgi paylaşımı ve karşılıklı güven	0,222
Firmanın tanınma düzeyi	0

Bu hesaplamalar sonucunda ortaya çıkan değerler firmaya sunulmuş ve yapılan görüşme sonucunda tedarikçinin operasyonel performansının firmayı doğrudan etkilemediği için önemsenmediği görülerek sonucun tutarlı olduğu anlaşılmıştır. Yine tedarikçinin isminin de önemli olmadığı teslimat ve bilgilendirme konularında başarılı olan tedarikçinin firmanın müşterilerine olumlu imaj çizmede öne çıktığı belirlenmiştir.

3. BULANIK ASS MODELİ VE BİR UYGULAMA

3.1. Teorik Çerçeve ve Literatür İncelemesi

Bu çalışma kapsamında literatürde henüz gelişen bir yöntem olan Bulanık-ASS'ye yönelik bir model sunulmaktadır. Klasik ASS'nin içerisinde yer alan AHS aşamalarının Bulanık AHS yöntemiyle değiştirildiği bu model, kısıt ve varsayımlarına uygun olarak ortaya çıkan gerçek bir işletme probleminin çözümünde kullanılarak uygulanabilirliği açıklanmıştır. Bu işletme problemi, bir gıda firmasının yeni tesisi için bir tesis yeri seçim problemidir. Tesis yeri seçimi Bulanık ASS yönteminin henüz uygulanmadığı bir alandır.

Bu açıdan değerlendirildiğinde geliştirilen modelin teorik çerçevesini, ASS ve Bulanık ASS konusunda geliştirilen model ve uygulamalar ile uygulama alanı olarak seçilen tesis yeri seçimi problemi için literatürde yapılan çalışmalar oluşturmaktadır.

3.1.1. ASS Konusunda Yapılan Çalışmalar

ASS teknikleri, kararı etkilediği halde çözüm sürecinde doğrudan ele alınamayan faktörlerin nasıl ele alınabilecekleri konusunda yol gösteren çok ölçütlü karar verme teknikleridir. ASS'nin diğer tekniklerle (hedef programlama, QFD, doğrusal programlama vb.) birlikte kullanıldığı çalışmalar bulunmaktadır. ASS ve amaç programlama tekniklerini bir araya getirerek kalite fonksiyon göçeriminde ürün planlaması konusunda bir çalışma yapılmıştır (Karsak vd., 2002). Tedarikçi seçiminde kullanılan AHS yönteminin bir uzantısı olarak ASS yöntemi ile daha ayrıntılı tedarikçi değerlendirmeleri yapılmaktadır (Nydick ve Hill, 1992). Stratejik hedeflerle tutarlı olan performans hedeflerini önceliklendirme imkanı tanıyan ASS yöntemi hızlı ve tutarlı karar verme amacıyla kullanılmıştır (Tefapariam ve Lindberg, 2005). Pazar elde etmede müşteri ihtiyaçlarını sağlamak amacıyla proaktif davranmak için önemli olduğu düşünülen tedarik zincirleri için değerlendirme yapılmıştır (Agarwal vd., 2005). Ters lojistik işlemlerinde yaşanan problemler için daha gerçekçi ve doğru değerlendirmeler sunan ASS ve dengelenmiş skorkartlarının bir birleşimi önerilmiştir (Ravi vd., 2005). Yeni bir kimya tesisindeki en iyi süreci seçmek amacıyla ASS yöntemi kullanılmıştır (Partovi, 2007). Lojistik firmalarının

bilişim teknolojilerinin değerlendirilmesinde ASS yöntemi belli bir konuda uzman olan kişilerin bir araya gelmeden ortak bir noktaya ulaşmak için değerlendirmeler yaptıkları Delphi yöntemi ile birleştirilmiştir (Kengpol ve Tuominen, 2006).

Farklı alanlarda karar almaya yönelik yöntemin farklı alanlarda kullanılabilirliğine ilişkin çok çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Finansal krizlerin öngörülenmesinde krizi açıklayan faktörlerin kümelenmesi ve bağımlılığı gösteren bir yöntem olarak ASS kullanılmıştır (Niemira ve Saaty, 2004). Yüksek teknoloji alternatiflerinin seçiminde bir firmanın yönetim kademesi için model hazırlanmıştır (Erdoğan vd., 2005). Mimari, mühendislik, çevresel faktörler gibi ölçütler açısından akıllı bina değerlendirmesi amacıyla ASS yöntemi kullanılmıştır (Chen vd., 2006a). Bilgi yönetimi stratejilerinden sistem merkezli, insan merkezli ve dinamik yapılar arasında bir seçim yapabilmek amacıyla söz konusu yöntem kullanılmıştır (Wu ve Lee, 2006). Yöntemin pek çok alanda kullanılabileceğine bir örnek teşkil edecek bir çalışma olarak tektonik hareketlerin yoğun olduğu Nepal'de toprak kayması riskinin yüksek olduğu alanların belirlenmesi için ASS yönteminden yararlanılmıştır (Neaupane ve Piantanakulchai, 2006). Kültür, son kullanıcı ve yönetim konularını kapsayan insan faktörü ile yetenek, süreç ve kaynak konularını kapsayan teknoloji arasındaki karşılıklı etkileşimleri ortaya çıkarmak için yöntemden yararlanılmıştır (Huang vd., 2005).

ASS ve amaç programlama tekniklerini bir araya getirerek kalite fonksiyon göçeriminde ürün planlaması konusunda bir çalışma yapılmıştır (Karsak vd. 2002). Tedarikçi seçiminde kullanılan AHS yönteminin bir uzantısı olarak ASS yöntemi ile daha ayrıntılı tedarikçi değerlendirmeleri yapılmaktadır (Nydick ve Hill, 1992). Türkiye'de en fazla pazar payına sahip yedi otomobil markası olan Ford, Hyundai, Opel, Peugeot, Renault, Tofaş ve Toyota için pazar payı tahmini amacıyla ASS yöntemi kullanılmıştır. Pazar payını etkilediği düşünülen ana ölçütler ve bunların alt ölçütleri, konu uzmanlarının görüşleri doğrultusunda belirlenmiştir. Problemden ana ölçütler; imaj, reklam, performans, ekonomiklik, konfor ve güvenlik şeklinde birer küme olarak tanımlanmıştır. Her kümenin içerisinde de elemanlar (alt ölçütler) bulunmaktadır. Bu amaçla; imaj için tasarım, dayanıklılık ve servis ağı, reklam için sıklık ve reklam etkisi, performans için motor gücü, hızlanma ve maksimum hız, ekonomiklik için satış fiyatı, yakıt tüketimi ve parça fiyatı, konfor için konfor donanımı, gürültü ve iç tasarım, güvenlik için ise güvenlik donanımı, fren, yol tutuşu

ve çarpışma testi birer alt ölçüt olarak belirlenmiştir (Kocakalay vd., 2004). Toplam gelir, döngü zamanı, darboğaz durumu gibi faktörleri göz önüne alarak ürün, ekipman verimliliği ve finans ana ölçütlerine bağlı olarak ürün karmaşı doğru biçimde oluşturulmaya çalışılmıştır (Chung vd., 2005). Bilişim sistemi projesinin seçiminde 5 farklı proje arasında seçim yapabilmek için yöntemden yararlanılmıştır (Lee ve Kim, 2000).

3.1.2. Bulanık ASS Konusunda Yapılan Çalışmalar

Literatür taramasında Bulanık ASS yönteminin kullanılabilirliğine ilişkin kurgusal bir örnek üzerinde yapılan bir çalışma bulunmaktadır. (Yu ve Cheng, 2007) Bu çalışma Bulanık ASS konusuna değinmiş ve literatüre bu kavramı “FANP” olarak sunmuştur. Başka bir çalışmada da, KFG planlama sürecinde optimizasyon için Bulanık ASS'nin kullanıldığı görülmüştür. Bu çalışmada müşteri istek ve ihtiyaçlarını en iyi şekilde ürün karakteristiklerine yansıtmayı hedefleyen KFG yöntemi içerisinde ürün teknik ihtiyaçlarının belirlenmesinde yöntemden yararlanılmıştır (Kahraman vd., 2006). Yöntemin işleyişinin net olarak belirtilmemesine rağmen, Bulanık ASS yönteminin kullanılabilirliğine önemli bir dayanak oluşturmaktadır. Bu çalışmalar dışında Bulanık ASS yöntemine ilişkin uygulama yönlü bir çalışma olmaması da yöntemin yeniliğini göstermektedir.

3.2. Önerilen Bulanık ASS Modeli

Modelin amacı, sözel değişkenler ve parametrelerle değerlendirmelerin yapıldığı çok ölçütlü karar verme problemlerinde, değerlendirme koşullarının bulanık ve karar ölçütlerinin çok yönlü ve etkileşimli olması durumunda, seçim ölçütlerinin ağırlıklarının elde edilmesini ve bunun devamında ölçütler açısından alternatiflerin incelenmesi ile en uygun seçimin yapılmasını sağlamaktır.

3.2.1. Modelin Kısıtları ve Varsayımları

Geliştirilen Bulanık ASS modelinin işleyişi bazı kısıt ve varsayımlara dayanmaktadır. Bu kısıt ve varsayımlar aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

1. Bulanık ASS, diğer türevleri gibi özellikle ağırlıklandırma, sıralama ve seçme problemlerine, sözel değerlendirmelere dayanan sayısal bir çözüm getirir. Söz konusu problemin sonucunda karar verme yetkisi kim ya da kimlerde ise, o kişilerin değerlendirmeleri yeterlidir. İstatistiksel yöntemlerde olduğu gibi belirli bir örnekleme ulaşılması gerekmez. Bu durum tüm AHS ve ASS yöntemleri için de geçerlidir.
2. Modelde ikili karşılaştırmaların yapılmasında üçgen bulanık sayılar kullanılmıştır. Değerlendirmeler sözel ifadelerle yapılarak, her bir değerlendirme karşılık geldiği üçgen bulanık sayıya çevrilir.
3. Modelin değerlendirme aşamasından önce karar vermede etkili ölçütler ve etkileşimleri bir ağ yapısı ile belirlenir. Bu aşamadan sonra yapılacak tüm değerlendirme ve hesaplamalar, bu ağ yapısı içindedir. Ağ yapısı değişirse, tüm değerlendirme ve hesaplama aşamalarının tekrarlanması gerekir.
4. Ölçütlerin etkileşimlerinin karar grubu içinde, beyin fırtınası gibi grup problem çözme teknikleri ile belirlenmelidir. Bu çalışmada, ölçüt ve etkileşimler beyin fırtınası ortamında listelenerek, etkileşimleri kavram haritalama tekniğiyle ortaya çıkarılmıştır.
5. Karar ölçütleri için ağırlıklar belirlendikten sonraki aşama, seçim alternatiflerinin belirlenen bu ölçütler açısından değerlendirilmesidir. Bu aşamada karşılaştırılacak tüm alternatiflerin bulunması gerekir.

3.2.2. Bulanık ASS: Matematiksel Model

Bulanık ASS modeli, ölçüt ve alternatiflerin ağ yapısıyla ortaya konmasının ardından temel olarak iki aşamayla tanımlanır. İlk aşamada, ölçütler etkileşimleri ile birlikte değerlendirilerek önem düzeyleri ya da ağırlıkları belirlenir. Bu aşamada, 1 no'lu adımda etkileşimlere göre açıklanan Bulanık AHS yönteminden yararlanılır. İkinci aşama 2 no'lu temel adımı oluşturarak, tüm ölçütlerin ASS tekniğine uygun olarak süpermatrisin ve alternatif ağırlıklarının hesaplanmasını sağlamaktadır. Bu iki temel adım, alt aşamaları ile birlikte aşağıda ayrıntılı olarak sunulmaktadır.

Adım 1. Problemin tanımlanması, verilerin toplanması

İlk olarak firmanın problemi tanımlanmıştır. Firmanın tesis yeri seçimi probleminin tanımlanmasının ardından verilerin toplanması amacıyla ilişkilerin ortaya çıkarılması için kavram haritalama tekniği kullanılmıştır. Kavram haritalama

teknigi ile ortaya çıkarılan karşılıklı ilişkilere uygun olarak soru formu hazırlanmıştır. Bu soru formundan yararlanarak problemin çözümü için gerekli veriler toplanmıştır.

Adım 2. Etkileşimler göz önüne alınarak ölçüt ve alternatiflerin önem düzeyleri Bulanık AHS yöntemine göre aşağıda aşamaları verilen bulanık operasyonlar ile belirlenir:

$X = \{x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, \dots, x_n\}$ nesne seti olsun. Nesne; ana amaç açısından bakıldığında ana ölçütleri; ana ölçütler açısından bakıldığında ise alt ölçütleri ifade etmektedir.

$$M_{g_i}^1, M_{g_i}^2, M_{g_i}^3, M_{g_i}^4, M_{g_i}^5, \dots, M_{g_i}^m \quad i = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, n \text{ olsun.}$$

Buradaki tüm $M_{g_i}^j$ ($j = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, m$) değerleri üçlü bulanık sayılardır.

Adım 2.1. i . Nesneye göre bulanık değerler şu şekilde tanımlanır.

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

Buradaki

$\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j$ değerini elde etmek için aşağıda gösterilen ek bulanık işlemin

yapılması gerekmektedir.

$$\sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = (\sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j)$$

$[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j]^{-1}$ değerinin elde edilebilmesi için $M_{g_i}^j$ ($j = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, m$) ile ilgili aşağıdaki bulanık işlem yapılmalıdır:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j = (\sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i)$$

Bu işlem tamamlandıktan sonra tersinin alınması gerekir:

$$[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{g_i}^j]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right)$$

Buradaki l , m ve u değerleri üçlü bulanık sayıları göstermektedir.

l = en düşük değer

m = en olası değer
 u = en yüksek değer

Adım 2.2. $M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ olasılığı

$$V(M_2 \geq M_1) = [\text{enküçük}(\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y))]$$

$$V(M_2 \geq M_1) = \begin{cases} 1, & m_2 \geq m_1 \text{ ise,} \\ 0, & l_1 \geq u_2 \text{ ise,} \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & \text{aksi durumlarda} \end{cases}$$

M_1 ve M_2 'yi karşılaştırabilmek için hem $V(M_2 \geq M_1)$ hem de $V(M_1 \geq M_2)$ değerlerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Adım 2.3. Diğer bütün bulanık sayılardan M_i ($i = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, k$) büyük olan bir bulanık sayının olasılığı şu şekilde ifade edilebilir.

$$V(M \geq M_1, M_2, M_3, M_4, M_5, M_6, \dots, M_k) =$$

$$V[(M \geq M_1) \text{ ve } (M \geq M_2) \text{ ve } (M \geq M_3) \text{ ve } (M \geq M_4) \text{ ve } \dots \text{ ve } (M \geq M_k)] =$$

$$\text{En küçük } V(M \geq M_i), i = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, k$$

Her $k = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, n; k \neq i$ için

$d^i(A_i) = \text{en küçük } V(S_i \geq S_k)$ olsun.

Buna göre ağırlık vektörü şu şekilde oluşur.

$$W = (d^i(A_1), d^i(A_2), d^i(A_3), d^i(A_4), d^i(A_5), \dots, d^i(A_n))^T$$

Adım 2.4. Ağırlık vektörü normalize edilir.

$$W_{ij} = (d(A_1), d(A_2), d(A_3), d(A_4), d(A_5), d(A_6), \dots, d(A_n))^T$$

(i : değerlendirilen grup sayısı ve $i=1,2,\dots,n$; j : ölçütün ağ üzerindeki sırası ve $j=1,2,\dots,m$)

Burada elde edilen W değeri bulanık değil tam kesinlik gösteren bir sayıdır. Her bir ölçüt ve alt ölçütlerin kendi grubu içindeki ağırlıkları $W_{11}, W_{12}, \dots, W_{nm}$ olsun.

Adım 3. ASS yöntemine özel operasyonların gerçekleştirilmesi.

Adım 3.1. Bulanık AHS ile elde edilen, ağ üzerinde bulunan ölçütlerin önem düzeyleri birer sütun matrisi olarak alınır ve bu matrislerin (W_i) birleşiminden süpermatris elde edilir (S):

$$S = \begin{bmatrix} W_{11} & W_{12} & \dots & W_{1m} \\ W_{21} & W_{22} & \dots & W_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ W_{n1} & W_{n2} & \dots & W_{nm} \end{bmatrix}$$

Adım 3.2. Sütun toplamları kontrol edilir. Toplamlar önem düzeylerini göstereceğinden toplamları bire eşit olmalıdır. Eğer sütun toplamları

($\sum_{i=1}^n W_{i1}, \sum_{i=1}^n W_{i2}, \sum_{i=1}^n W_{i3}, \dots, \sum_{i=1}^n W_{im}$) birden farklı ise ölçüt grupları için ağırlıklar atanarak $\sum_{i=1}^n a_{im} W_{im} = 1$ şeklinde her sütun toplamının bire eşit olması sağlanır.

Böylece ağırlıklı süpermatris elde edilir.

Adım 3.3. Ağırlıklı süpermatris bir markov geçiş matrisi olarak ele alınır ve uzun dönem geçiş değerlerini bulmak üzere değerler sabitleninceye kadar markov zinciri hesaplanır. Böylece genel olarak, tüm ölçüt grupları için son önem değerlerini gösteren matris (S^N) hesaplanmış olur ki, bu matriste sütunlar boyunca değerler birbirine eşittir:

$$S^N = \prod_{i=1}^N S \quad (N=1,2,\dots,\infty)$$

Adım 3.4. Alt Ölçütlerin Ağırlıklandırılması: Ağırlıklı matris yardımıyla karşılıklı etkileşimleri de dikkate alarak ana ölçütlerin önem düzeylerinin belirlenmesinin ardından, alt ölçütlerin ağırlıklandırılması işlemi de *Adım 1*'de verilen Bulanık AHS operasyonları ile yapılır. Bu işlemlerin sonucunda, her bir alt ölçüte göre alternatiflerin aldığı puanlar, alt ölçütün bağlı olduğu ana ölçütün elde ettiği önem düzeyi değeri ile çarpılarak, genel önem düzeyleri bulunur.

$$GW_{ij} = W_i * W_{ij}$$

W_i : i . ana ölçütün önem düzeyi. $i = 1, 2, \dots, n$

W_{ij} : j . alt ölçütün bağlı bulunduğu i . ana ölçüte göre yerel önem düzeyi.

$j = 1, 2, \dots, m$

GW_{ij} : i . Ana ölçütün j . Alt ölçütüne ait genel önem düzeyi

n : ana ölçüt sayısı

m : i . ana ölçüte bağlı alt ölçüt sayısı.

Adım 3.5. Alternatiflerin Ağırlıklandırılması: Ağırlıklı matris yardımıyla karşılıklı etkileşimleri de dikkate alarak alt ölçütlerin önem düzeylerinin belirlenmesinin ardından, alternatiflerin ağırlıklandırılması işlemi de *Adım 1*'de verilen Bulanık AHS operasyonları ile yapılır. Bu işlemlerin sonucunda, her bir alt ölçüte göre alternatiflerin aldığı puanlar, alt ölçütün elde ettiği genel önem düzeyi değeri ile çarpılarak, alternatiflerin her alt ölçüte ilişkin önem düzeyleri bulunur.

$$GW_{ijk} = GW_{ij} * W_{ijk}$$

GW_{ijk} : i . Ana ölçütün j . Alt ölçütüne göre k . alternatifin genel önem düzeyi

GW_{ij} : i . Ana ölçütün j . Alt ölçütüne ait genel önem düzeyi

$i = 1, 2, \dots, n$ ve $j = 1, 2, \dots, m$

W_{ijk} : i . ana ölçütün j . Alt ölçütüne göre k . alternatifin yerel önem düzeyi.

$k = 1, 2, \dots, s$

n : ana ölçüt sayısı

m : i . ana ölçüte bağlı alt ölçüt sayısı.

s : problemde tanımlanan alternatif çözüm sayısı

Adım 3.6. Çözümün belirlenmesi: Alternatiflerin ağırlıklandırılması işlemi tamamlandıktan sonra her alt ölçüte göre alternatiflerin aldığı ağırlıklı önem düzeyleri toplanarak genel puan tespit edilerek seçim yapılır.

$$W_k = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m GW_{ijk} \quad k = 1, 2, \dots, s$$

W_k : k . alternatifin genel puanı

GW_{ijk} : i . Ana ölçütün j . Alt ölçütüne göre k . alternatifin genel önem düzeyi

$i = 1, 2, \dots, n$; $j = 1, 2, \dots, m$ ve $k = 1, 2, \dots, s$

Seçim = enbüyük (W_k)

n: ana ölçüt sayısı

m: *i*. ana ölçüte bağlı alt ölçüt sayısı.

s: problemde tanımlanan alternatif çözüm sayısı

3.3. Tesis Yeri Seçim Problemi ve Bulanık ASS Uygulaması

3.3.1. Tesis Yeri Seçimi Konusunda Yapılan Çalışmalar

Tesis yeri seçiminde AHS, Bulanık AHS ve ASS yöntemi ile yapılan çalışmalar incelendiğinde ise şu sonuca ulaşılmaktadır. Tesis yeri seçiminde Ankara, İstanbul ve İzmir arasında bir seçim yapabilmek için müşteriye yakınlık, altyapı, işçi kalitesi, serbest ticaret bölgeleri ve rekabet avantajı ölçütlerini belirleyerek Bulanık AHS yöntemi ile değerlendirme yapılmıştır (Kahraman vd. 2003). Stratejik olarak tesis yerini belirlemek için AHS yöntemini KFG içerisinde kullanılmıştır. Bunu belirleyebilmek için öncelikle birbiriyle ilişkili 4 matris oluşturmuştur. Bu matrisler; Pazar bölümleri ve rekabet öncelikleri; kritik süreçler; kritik süreçler ve tesisin konumunun özellikleri ile tesisin konumunun özellikleri ve alternatif yerler olarak ortaya çıkmaktadır. Bunun ardından; fiyat, kalite, esneklik, teslimat, Ar-Ge, satın alma, montaj, denetleme ve test gibi ölçütler göz önüne alınarak temel tesis konumu özellikleri olan; ekonomik, teknolojik, sosyal, politik ve çevresel faktörlere göre Beijing, Singapur ve Bangkok arasında bir seçim yapılmıştır (Partovi, 2006).

Tesis yeri seçimi hem imalat hem de hizmet sektöründeki birçok işletme açısından genel bir problemdir. Bu problemlerden bazıları yöneticilerin tecrübeleriyle sezgisel olarak çözülebilir ancak optimal ve başarılı kararlar için bu tecrübe analitik yaklaşımlarla desteklenmelidir. Analitik yaklaşımların arasında, optimizasyon modelleri, ağırlık merkezi tekniği ve coğrafi bilgi sistemleri gibi tesis ve konum alternatifleri hakkında sayısal verileri değerlendiren niceliksel modellerin yanında grup karar verme teknikleri gibi karar vericilerin öznel düşüncelerini analiz etmek için kullanılan AHS, ASS gibi kalitatif bazı yöntemler vardır. Deneysel seçim fonksiyonu (Tóth vd, 2007), çoklu regresyon (Nobuaki,1998), matematiksel ağ akış modeli (Verter, 2002), dal sınır algoritması (Klose, 1998; Senne vd., 2005), modern sezgisel yöntemlere dayalı çözüm (Berman vd., 2001; Kuo vd., 2002), tam sayılı programlama modeli (Melkote ve Daskin, 2001; Sankaran, 2006), dinamik

programlama modeli (Canel vd., 2001), doğrusal olmayan model (Nanthavanij ve Yenradee, 1999), amaç programlama (Badri, 1999), kuadratik programlama modeli (Comley, 1995), ağırlık merkezi yaklaşımı (Drezner ve Drezner, 2007), coğrafi bilgi sistemleri (Gemitzi, 2006) tesis yerleşim problemlerine uygulanan geleneksel sayısal yöntemlerdir. Tesis yeri seçiminde Bulanık ASS yöntemini kullanan herhangi bir çalışmaya ise rastlanmamıştır.

3.3.2. Uygulamanın Gerçekleştirildiği Firma ve Seçim Problemi

Çalışmada gıda sektöründe faaliyet gösteren “Sanek Unlu Mamülleri Gıda Sanayi ve Ticaret A.Ş.” firmasındaki üst düzey yönetimde gündeme gelen bir karar süreci ele alınmıştır.

Sanek A.Ş. 15 Ekim 2001’de unlu mamüller sektöründe yıllarca söz sahibi olan Kapılar, Kareksan, Tarbuşlar, Diana, Kitreliler, Özgazi şirketlerinin sandviç ve hamburger ekmeği bölümlerini bünyesinde toplayarak faaliyetine başlamıştır. Sanek A.Ş, İzmir çapında Gıda sektörü ile ilgili ürün ve hizmet sağlamak ve teknolojiye yatırım yaparak üretimde kalite, hijyen ve uygun fiyatı müşterilerine sunmayı temel hizmet anlayışı haline getirmiştir. Firmanın 4 ana üretim kalemi bulunmaktadır. Bunlar, hamburger ekmeği, büyük hamburger ekmeği, sandviç ekmeği ve yarım ekmeğidir.

Firmanın üretim hattında kullandığı makinelerden bazıları atıl kapasite ile çalıştıklarından, makine faydalanma oranlarını arttırmak ve yeni pazarlara açılmak amacıyla, Marmara bölgesinde ve özellikle İstanbul’da faaliyet göstermeyi amaçlamaktadır.

Atıl kapasiteli makinelerin bulunması, yeni tesiste yapılacak yatırımın makinelere ayrılacak payını düşürmektedir. Ek tesis yatırımının en büyük kalemini seçilecek olan arsa oluşturmaktadır. Bu noktada göz önüne alınacak faktörler, günde 5 ton gibi yüksek miktarda malzeme akışının olduğu fabrikanın Marmara bölgesinde de benzer bir üretim hacmini yakalaması ve servis araçlarının trafiğinin kolay yönetilebilmesidir.

Modelde bu amaçla öncelikle gıda sektöründe faaliyet gösteren firmaların tesis yeri seçiminde göz önüne aldığı ölçütlere ilişkin bir inceleme yapılarak bazı faktörler tespit edilmiştir. Bu faktörlerin tespitinin ardından firma yetkilileri ile görüşmeler yapılarak belirlenen ölçütlerin firma açısından uygun olup olmadığı araştırılmış ve buna göre düzenlemeler yapılmıştır. Bu düzenlemenin ardından kavram haritalama yöntemi ile tesis yeri seçiminde etkili olan bu faktörler bir harita üzerine aktarılarak aralarında ilişki olanlar, birbirleri ile etkileşimli olacak şekilde bağlanmıştır. Bu etkileşimlere göre oluşturulan haritadan çıkan faktörlerin ağ yapısı hazırlanmış ve bu yapıya uygun olarak firmanın alternatif kuruluş yerlerini değerlendirmesi için bir değerlendirme formu oluşturulmuştur. Hazırlanan bu form, firma yetkilileri ile karşılıklı görüşmeler ile doldurulmuş ve bu formdaki sözel verilere göre uygun bulanık değerlendirme matrisleri çıkarılmıştır. Bulanık değerlendirme matrislerinin çıkarılmasını, bu matrislerin bulanık mantıkta hesaplanması takip etmiştir.

Bulanık değerlendirme matrisinden çıkan sonuçlar, ASS yöntemine göre süpermatrisin parçalarını oluşturmuştur. Hazırlanan süpermatris kararlı yapıyı sağlayana kadar çarpım işlemi tekrarlanarak, her bir alt ölçüt için önem düzeyleri bulunmuştur. Önem düzeylerinin tespitinden sonra ölçütlerin önem düzeylerine göre alternatif kuruluş yerlerinin aldıkları puanlar saptanmıştır. Saptanan bu puanlara göre bir değerlendirme yapılmış ve sonuçlar firma yönetiminden ilgili kişilere iletilmiştir.

Daha sonra yöntemin farklılığını daha iyi ortaya koyabilmek amacıyla, aynı değerlendirmenin farklı şekillerde yapılıp yapılamayacağı düşünülmüş ve klasik ASS yöntemi ile aynı değerlendirmenin yapılabileceği düşünülmüştür. Klasik mantıkta değerlendirmenin sonuçları da bulunarak her iki yöntem arasında çıkan farklılıklar birbirini izleyen tablolar halinde sunulmuştur. Klasik ve Bulanık ASS yöntemleriyle yapılan hesaplamaların başka şekilde yapılıp yapılamayacağı düşünüldüğünde AHS ve Bulanık AHS yöntemlerinin bunun gibi hiyerarşik yapıda olmayan karşılıklı etkileşimlerin bulunduğu seçim kararlarında kullanılamayacağı görülmüştür.

3.3.3. Uygulama Aşamaları

Yeni tesis yeri seçimi için Bulanık ASS yöntemini uygulamak amacıyla şu adımlar izlenmiştir.

Adım 1: Tesis yeri seçimi için ölçütlere ilişkin modeli tasarlamak için bir ekip oluşturulur.

Adım 2: Yer seçimi kararına esas teşkil edecek ana ve alt ölçütler belirlenir.

Bunu gerçekleştirmek için beyin fırtınası yöntemi kullanılabilir. Beyin fırtınası ile akla gelen ilk ölçütler not edilir. İlk turda beyin fırtınası yöntemi ile ölçütler not edildikten sonra ikinci turda bu taslak halindeki ölçütler tek tek yeniden değerlendirilir. Bu değerlendirmede; belirlenen taslak halindeki ölçütlerin;

- ❖ Ölçülüp ölçülemeyecekleri,
- ❖ Bir ölçütün başka bir ölçütle ifade edilip edilemeyeceği,
- ❖ Yer seçimi kararını etkileyebilecek olduğu halde daha önce akla gelmeyen başka ölçütlerin olup olmadığı

tartışılır.

Ölçüt sayısının çokluğu ölçütlerin tümü birlikte değerlendirildiğinde tutarlı sonuç elde etme ihtimalini zayıflatacaktır. Bu nedenle ölçütler anlamlı ana gruplarda toplanır. Bunun ardından her bir ölçütün hangi gruba girebileceği tartışılır.

Adım 3: Ana ölçüt ve alt ölçütler arasında olabilecek karşılıklı etkileşimler tespit edilerek ağ yapısı oluşturulur. Bu yapıya uygun olarak ölçüt ve alt ölçütleri belirleyen kişi veya kişiler her bir ana ve alt ölçüte göre ikili karşılaştırmaları yaparlar.

Bu genel açıklamalar ışığında yapılan uygulamanın aşamaları aşağıda sunulmaktadır.

3.3.4. Tesis Yeri Seçiminde Ölçütler

Tesis yeri seçiminde etkili olan faktörleri doğru tespit edebilmek için öncelikle literatür taraması yapılmış ve konu ile ilgili yapılan çalışmalardan ölçütler çıkarılarak bir alt yapı hazırlanmıştır. Bu incelemeler sonucunda tespit edilen ana ve alt ölçütler şu şekilde ifade edilebilir.

- Trafik akışı
 - Trafik yoğunluğu
 - Trafik niteliği
 - Taşıt yoğunluğu
 - Park yeri
- Yakın çevre ortamı
 - Rakip firmaların varlığı
 - Tedarikçi firmaların varlığı
- Tesis özellikleri
 - Toplam alanı
 - Tesisin şekli
 - Ana caddeye uzaklık
- Harcamalar
 - Kira
 - Genel giderler

3.3.5. Firma İle Görüşmeler Serisi

Literatür incelemesi sonucunda tesis yeri seçimine etki edebilecek faktörler hazırlandıktan sonra, şirket hissedarları ile görüşmeler yapılarak bu ölçütler tek tek incelenmiş ve firmanın faaliyette bulunduğu sektöre uygun olup olmadıkları tartışılmış uygun olmadığı düşünülen ölçütler çıkarılıp literatür taramasında gözden kaçan faktörler de değerlendirmeye alınmıştır. Bu faktörlerin değerlendirilmesinin ardından sektörün genelini ve doğal olarak firmanın kararlarını etkileyebilecek olan etkenler hakkında görüşülmüştür. Buna göre; devlet tarafından gıda sektörüne yönelik yasal düzenlemeler başlığı altında

- Gıda sektörüne yönelik herhangi bir değişikliğin yapılmaması

- Gıda sektörüne yönelik teşviklerin olması
- Gıda sektörüne yönelik çeşitli kısıtlamaların getirilmesi

Firmayı etkileyecek unsurlar olarak tespit edilmiştir. Bu unsurlara kısaca değinmek gerekirse yasal düzenlemeler gıda alanında satılan ürün veya hammaddeler açısından KDV indirimi, yatırım yerine göre yapılacak vergi muafiyetleri gibi alanlarda meydana gelebilecek değişimleri ifade etmektedir. Ayrıca tesis yeri seçimi geri dönüşü çok zor bir karar olduğundan tesis bir kere kurulduktan sonra bundan vazgeçmenin hemen hemen imkansız olduğu ya da büyük maliyetlere katlanmayı gerektireceğinden dolayı zaman süreci de bir faktör olarak düşünülmüştür. Bu konunun önemini belirten H. C. Stuckeman'ın şu sözünü bu noktada belirtmekte yarar vardır. "Bir fabrika için yer seçimi eş seçmeye benzer. İleride onu değiştirmek olası görülebilir, ancak bu değişiklik hem pahalı hem de hoş olmayabilir." (Demir ve Gümüšoğlu, 2003, 195). Buna göre zaman süreci kısa, orta ve uzun vade olarak incelemeye alınmıştır. Bu faktörlerin tespit edilmesinin ardından firmanın alternatif kuruluş yerleri belirlenmiştir. Firmanın İzmir'deki fabrikasındaki atıl durumda bulunan ya da düşük kapasitede çalıştırılan makinelerini taşımak suretiyle daha düşük maliyetle Marmara bölgesinde faaliyet gösterecek yeni kuruluş yerine ilişkin alternatifler belirlenmiştir. Buna göre 4 farklı alternatif bulunmaktadır. Bu alternatifler;

- Bakırköy
- Kadıköy
- Üsküdar
- Büyükçekmece

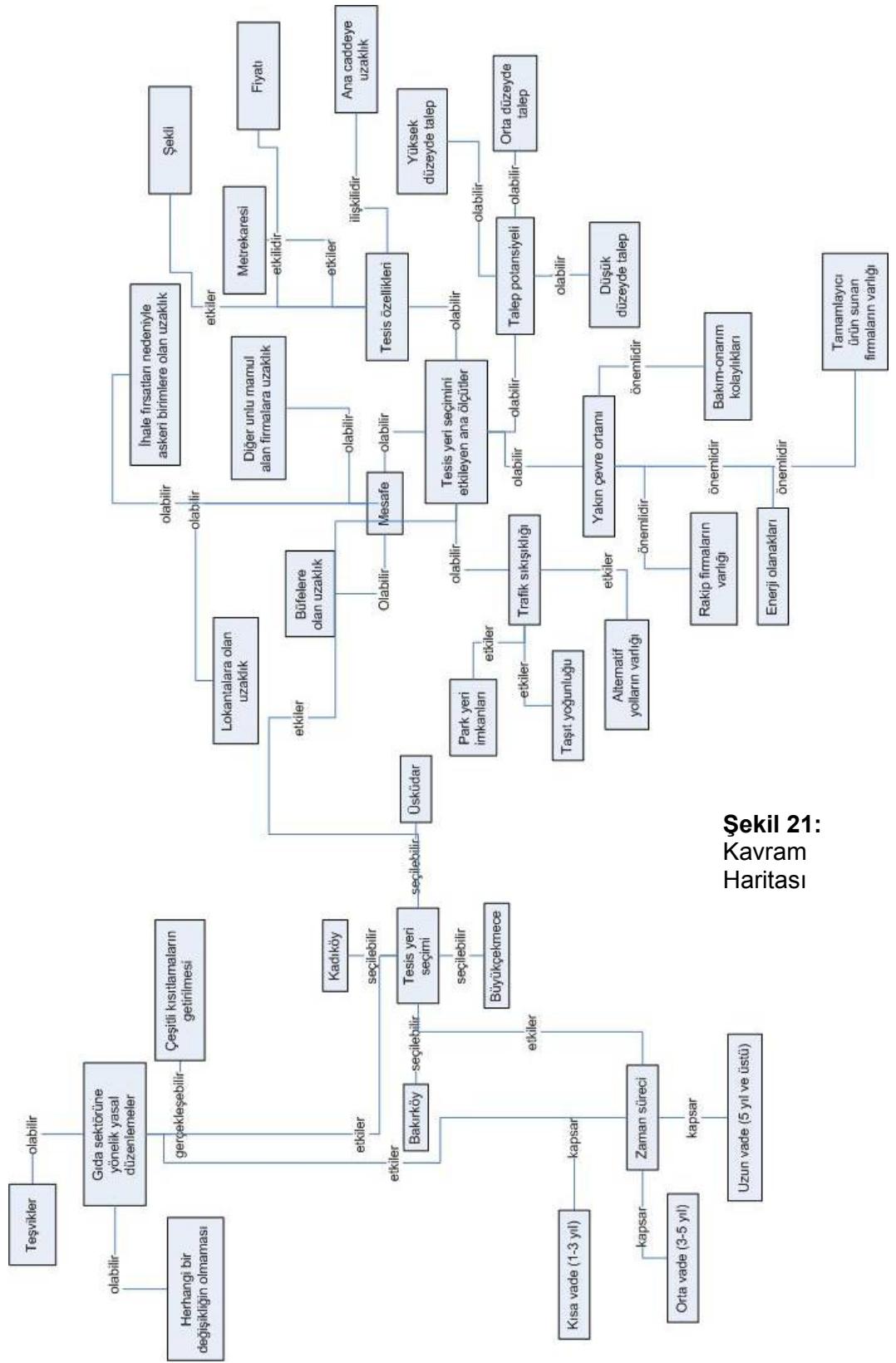
şeklindedir. Bu aşamanın ardından kavram haritalama kısmına geçilmiştir.

3.3.6. Ölçütlerin Etkileşimlerinin Analiz Edilmesi: Kavram Haritalama Tekniği

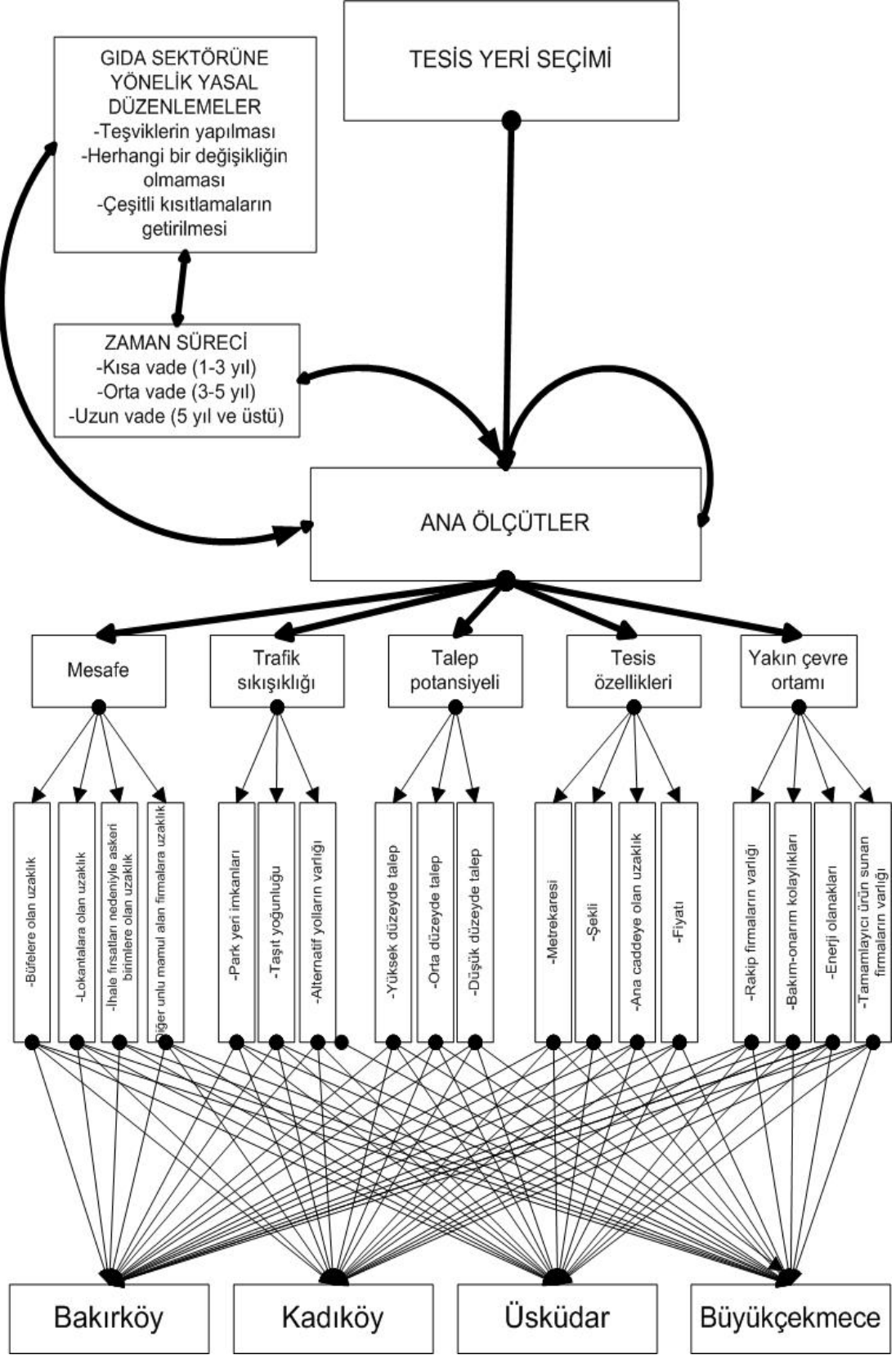
ASS yöntemindeki karşılıklı etkileşimlerini doğru olarak belirlemek amacıyla doğru belirleyebilmek amacıyla kavram haritalama yönteminden yararlanılmıştır. Bu doğrultuda ana ve alt ölçütleri içeren ve bunlar arasındaki etkileşimleri gösteren kavram haritası aşağıda sunulmuştur. Aşağıda verilen kavram haritası incelendiğinde; ana ölçütler ve alt ölçütlerin her birinin bir kutu içinde belirtildiği

görülecektir. Bu ifadeler arasında bir ilişki olduğu düşünülüyorsa bu bir doğru ile belirtilir. Doğru üzerine ise aradaki ilişkiyi açıklayan bir fiil yazılır. İlişkileri ortaya koyan kavram haritası Şekil 21’de gösterilmiştir.

Kavram haritalama tekniğinin entegre edilmesi, bu çalışmanın literatüre başka bir katkısıdır. Kavram haritasının tamamlanmasının ardından ASS hesaplamaları için kullanılacak ilişkileri gösteren yapı kurulmuştur. Oluşturulan yapı Şekil 22’de gösterilmiştir.



Şekil 21:
Kavram
Haritası



Şekil 22: Tesis Yeri Seçimi İçin ASS Modelinin Genel Yapısı

3.3.7. Değerlendirme Formunun Hazırlanması

Tesis yeri seçimi için ASS modeli genel yapısı oluşturulduktan sonra bu modele ve karşılıklı etkileşimlere uygun olarak değerlendirmede kullanılacak olan form hazırlanmıştır. Formun içeriğine ilişkin bir örnek Tablo 23'te verilmiştir.

Örnek: Yasal düzenlemeler ile zaman süreci arasında ilişki olduğu düşünüldüğünden her yasal düzenleme durumuna göre zaman süreçleri karşılaştırılacaktır. Gıda sektörüne yönelik yasal düzenleme durumlarından teşviklerin yapılması kontrol ölçütüne göre zaman süreçlerini karşılaştırınız. Teşviklerin yapılması açısından;

Soru1: Kısa vade, orta vadeye göre ne kadar daha önemlidir?

Soru2: Kısa vade, uzun vadeye göre ne kadar daha önemlidir?

Soru3: Orta vade, orta vadeye göre ne kadar daha önemlidir?

Önemli not: Aynı karşılaştırma gıda sektörüne yönelik yasal düzenleme durumlarından herhangi bir değişikliğin olmaması ve Gıda sektörüne yönelik çeşitli kısıtlamaların getirilmesi kontrol ölçütleri açısından da yapılacaktır.

Tablo 23: Örnek Karşılaştırma Formu

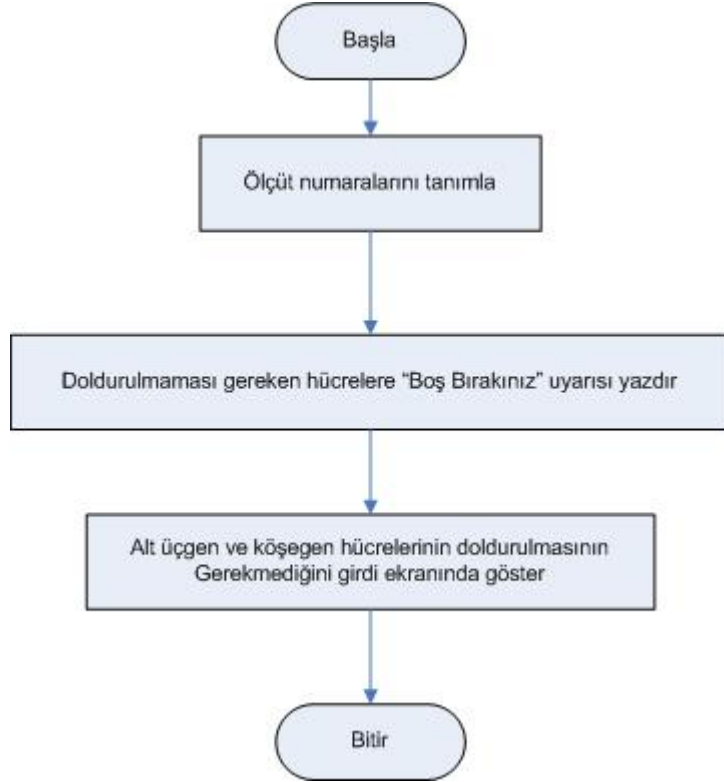
Soru1	Soru2	Soru3	Bir ana ölçütün diğerine göre önemi									
			Kriterler	Kesinlikle daha önemli	Daha önemli	Önemli	Az önemli	Eşit öneme sahip	Az önemli	Önemli	Daha önemli	Kesinlikle daha önemli

Burada yapılan hesapları yapabilmek için yapılan incelemelerde klasik AHS hesaplarının yapılmasında Expert Choice, ASS hesaplamalarının yapılmasında ise Super Decisions programı kullanılabilenken Bulanık hesaplamaları yapan bir program bulunmamaktadır.

3.3.8. Problemin Önerilen Bulanık ASS ile Çözümü

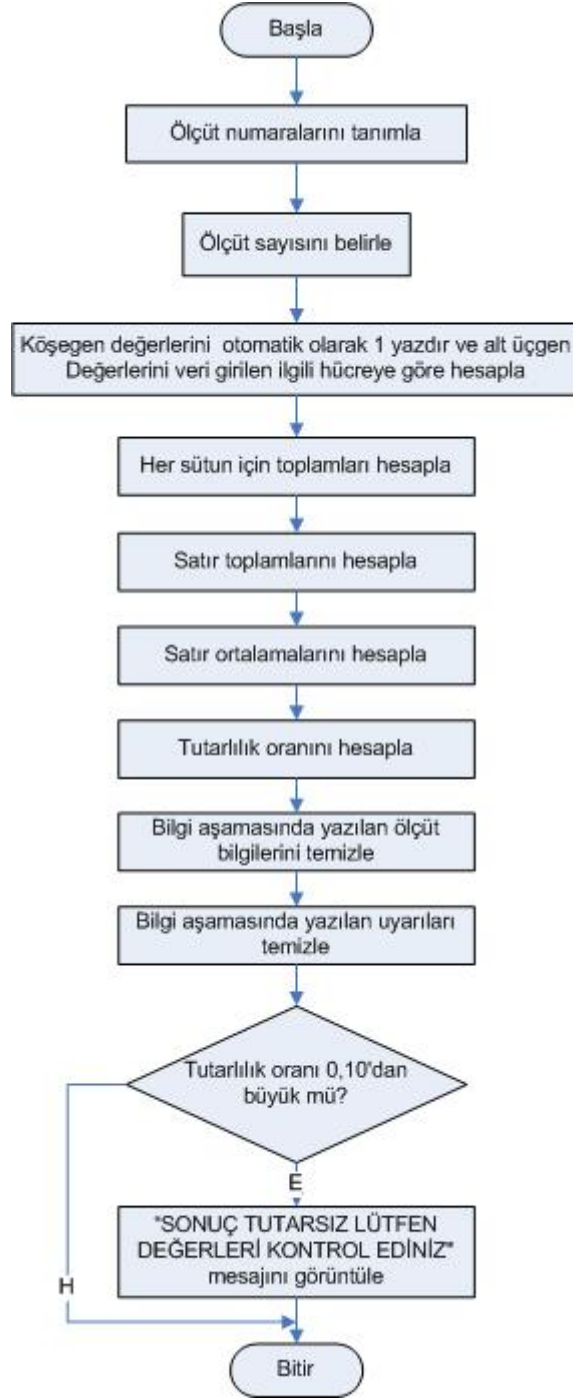
Klasik AHS yönteminde ağırlıkların hesaplanıp alternatiflerin önem düzeylerinin bulunmasında Expert Choice programı kullanılmakta, ASS yönteminde ise SuperDecision programı yardımcı olmaktadır. Buna karşılık, Bulanık hesaplamaların yapılmasında kullanılan bir program bulunmamaktadır.

Bu hesaplamaları daha hızlı yapabilmek için Microsoft Excel altında Visual Basic kullanılarak makro hazırlanmıştır. Bu programın çalışma mantığına ilişkin temel akış şeması ise aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir. İlk olarak Şekil 23'te klasik AHS hesaplamalarına için verilerin nasıl girileceğini gösteren program fonksiyonuna ilişkin akış şeması verilmiştir.



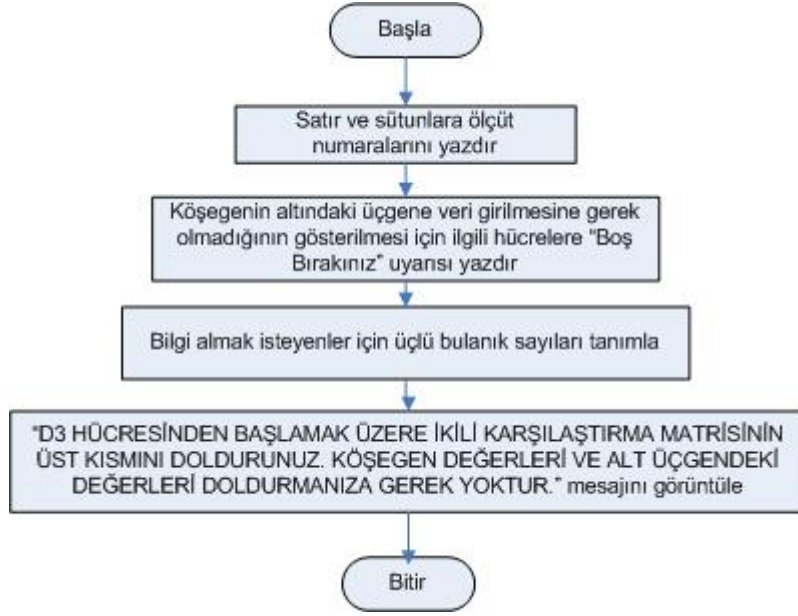
Şekil 23: Klasik AHS Hesaplamaları İçin Verilerin Nasıl Girileceğini Gösteren Program Fonksiyonuna İlişkin Akış Şeması

Verilerin nasıl girileceğine ilişkin akış şemasının ardından hesaplamaların nasıl gerçekleştirildiğine dair akış şeması Şekil 24'te verilmiştir.



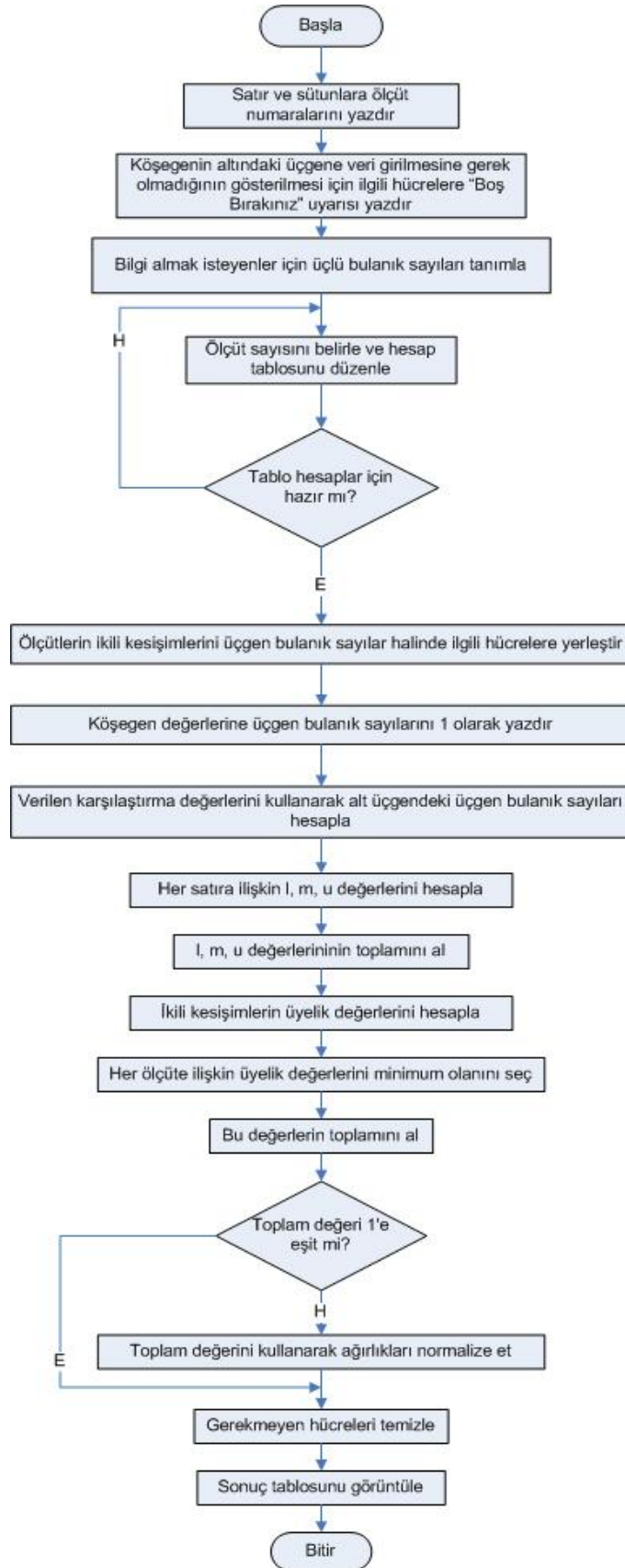
Şekil 24: Klasik AHS Hesaplamalarındaki Hesaplama Fonksiyonuna İlişkin Akış Şeması

MS-Excel VBA modülleri ile Bulanık AHS hesaplamalarına ilişkin program fonksiyonları hazırlanmış ve kullanım kolaylığı sağlanmıştır. Bulanık AHS hesaplamaları için verilerin nasıl girileceğini gösteren program fonksiyonuna ilişkin akış şeması Şekil 25'teki gibidir.



Şekil 25: Bulanık AHS Hesaplamalarına İçin Verilerin Nasıl Girileceğini Gösteren Program Fonksiyonuna İlişkin Akış Şeması

Bulanık AHS hesaplamalarına ilişkin verilerin nasıl girileceğini gösteren program fonksiyonuna ilişkin akış şemasının ardından, Bulanık AHS hesaplamalarının yapılmasına ilişkin akış şeması Şekil 26'da verilmiştir.



Şekil 26: Bulanık AHS Hesaplama Fonksiyonuna İlişkin Akış Şeması

Son aşamada süpermatrisin kendisiyle kararlı yapıya dönüşene kadar çarpılması işlemi için kullanılan ASS için verilerin nasıl girileceğini gösteren program fonksiyonuna ilişkin akış şeması Şekil 27’de verilmiştir.



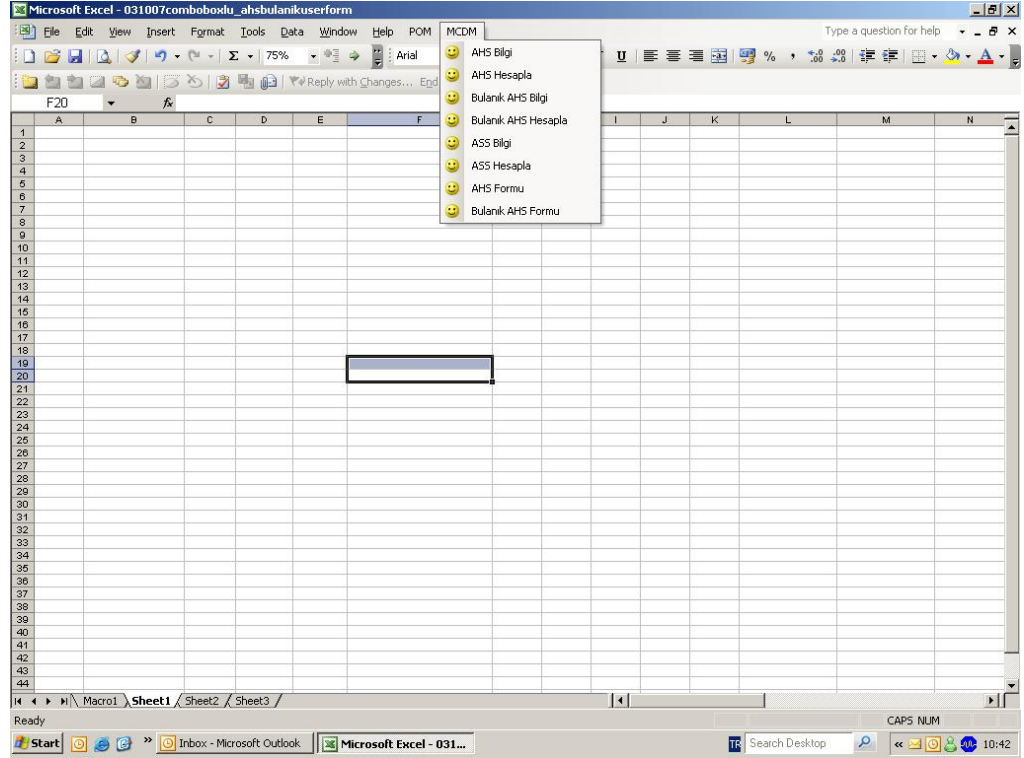
Şekil 27: ASS Hesaplamaları İçin Verilerin Nasıl Girileceğini Gösteren Program Fonksiyonuna İlişkin Akış Şeması

ASS için verilerin nasıl girileceğini gösteren program fonksiyonuna ilişkin akış şemasının ardından son olarak ASS hesaplama fonksiyonuna ilişkin akış şeması ise Şekil 28’de gösterildiği gibidir.



Şekil 28: ASS Hesaplama Fonksiyonuna İlişkin Akış Şeması

MS-Excel VBA modülünde hazırlanan programın kolay kullanılması için menü çubuğunda bir menü oluşturulmuştur. Bu menüye ilişkin görünüm Şekil 29'da sunulmuştur.



Şekil 29: Programın Menü Görünümü

Bu programda klasik ve Bulanık AHS hesaplamalarının yapılması için gereken verilerin girişi için kullanıcı formları (userform) hazırlanmıştır. AHS kullanıcı formu Şekil 30, Bulanık AHS kullanıcı formu ise Şekil 31'de verildiği gibidir.

Microsoft Excel - 031007comboboxlu_ahsbulanikuserform

File Edit View Insert Format Tools Data Window Help POM MCDM

Type a question for help

AHS

-SADECE ÜST KÖŞEĞEN DEĞERLERİNİ GİRİNİZ.

-HERİ GİRİŞİMİ ELLE YAPABİLECEĞİNİZ GİBİ VERİ GİRİŞİ KUTUCUĞUNUN SAĞINA TIKLAYIP ALTERNATİFLER ARASINDA SEÇİM DE YAPABİLİRSİNİZ.

-2'DEN 9'A KADAR OLAN DEĞERLER SATIRDAKİ ÖLÇÜTÜN SÜTUNDAKİ ÖLÇÜTE GÖRE ÖNEMLİ OLDUĞUNU GÖSTERMEKTEDİR. 9 DEĞERİ, SATIRDAKİ ÖLÇÜTÜN SÜTUNDAKİ ÖLÇÜTE GÖRE KESİNLİKLE ÇOK DAHA ÖNEMLİ OLDUĞUNU GÖSTERİRKEN 2 DEĞERİ, SATIRDAKİ ÖLÇÜTÜN SÜTUNDAKİ ÖLÇÜTE GÖRE BIRAZ ÖNEMLİ OLDUĞUNU GÖSTERMEKTEDİR.

-1 DEĞERİ, SATIR İLE SÜTUNDA YERELAN ÖLÇÜTLERİN EŞİT ÖNEME SAHİP OLDUĞUNU GÖSTERİR.

1/2'DEN 1/9'A KADAR OLAN DEĞERLER SÜTUNDAKİ ÖLÇÜTÜN SATIRDAKİ ÖLÇÜTE GÖRE ÖNEMLİ OLDUĞUNU GÖSTERMEKTEDİR. 1/9 DEĞERİ, SÜTUNDAKİ ÖLÇÜTÜN SATIRDAKİ ÖLÇÜTE GÖRE KESİNLİKLE ÇOK DAHA ÖNEMLİ OLDUĞUNU GÖSTERİRKEN 1/2 DEĞERİ, SÜTUNDAKİ ÖLÇÜTÜN SATIRDAKİ ÖLÇÜTE GÖRE BIRAZ ÖNEMLİ OLDUĞUNU GÖSTERMEKTEDİR.

-9'LU ÖLÇEK SEÇENEKLER ARASINDAKİ FARKLILIKLARI BELİRSİZLEŞTİRDİĞİ İÇİN 5'LI ÖLÇEĞE GÖRE DÜŞÜNÜP DOLDURABİLİRSİNİZ.

Ölçük2 Ölçük3 Ölçük4 Ölçük5 Ölçük6 Ölçük7 Ölçük8 Ölçük9 Ölçük10

Ölçük1

Ölçük2

Ölçük3

Ölçük4

Ölçük5

Ölçük6

Ölçük7

Ölçük8

Ölçük9

HESAPLA

Ready

Start Inbox - Microsoft Ou... untitle - Paint 031007combobox... 151107genelform_d... Search Desktop 10:43

Şekil 30: AHS Kullanıcı Formu

Microsoft Excel - 031007comboboxlu_ahsbulanikuserform

File Edit View Insert Format Tools Data Window Help POM MCDM

Type a question for help

G10 BULANIK AHS

SADECE ÜST KÖŞEĞEN DEĞERLERİNİ GİRİNİZ.

AŞAĞIDA VERİLEN GİRİLECEK DEĞER KISMINDAKİ ÜÇGEN BULANIK SAYILARA KARŞILIK GELEN UYGUN SAYIYI GİRİNİZ.

GİRİLECEK DEĞER	DEĞERİN SÖZEL KARŞILIĞI	DEĞERİ	m	u
4,000	KESİNLİKLE DAHA ÖNEMLİ (SÜTUNDAKİ ÖLÇÜT SATIRDAKİ ÖLÇÜTE GÖRE)	3,500	4,000	4,500
3,000	DAHA ÖNEMLİ (SÜTUNDAKİ ÖLÇÜT SATIRDAKİ ÖLÇÜTE GÖRE)	2,500	3,000	3,500
2,000	ÖNEMLİ (SÜTUNDAKİ ÖLÇÜT SATIRDAKİ ÖLÇÜTE GÖRE)	1,500	2,000	2,500
0,667	AZ ÖNEMLİ (HER İKİ DURUMDA DA)	0,667	1,000	1,500
1,000	EŞİT ÖNEME SAHİP	1,000	1,000	1,000
0,500	ÖNEMLİ (SATIRDAKİ ÖLÇÜT SÜTUNDAKİ ÖLÇÜTE GÖRE)	0,400	0,500	0,667
0,333	DAHA ÖNEMLİ (SATIRDAKİ ÖLÇÜT SÜTUNDAKİ ÖLÇÜTE GÖRE)	0,286	0,333	0,400
0,250	KESİNLİKLE DAHA ÖNEMLİ (SATIRDAKİ ÖLÇÜT SÜTUNDAKİ ÖLÇÜTE GÖRE)	0,222	0,250	0,286

Ölçük2 Ölçük3 Ölçük4 Ölçük5 Ölçük6 Ölçük7 Ölçük8

Ölçük1

Ölçük2

Ölçük3

Ölçük4

Ölçük5

Ölçük6

Ölçük7

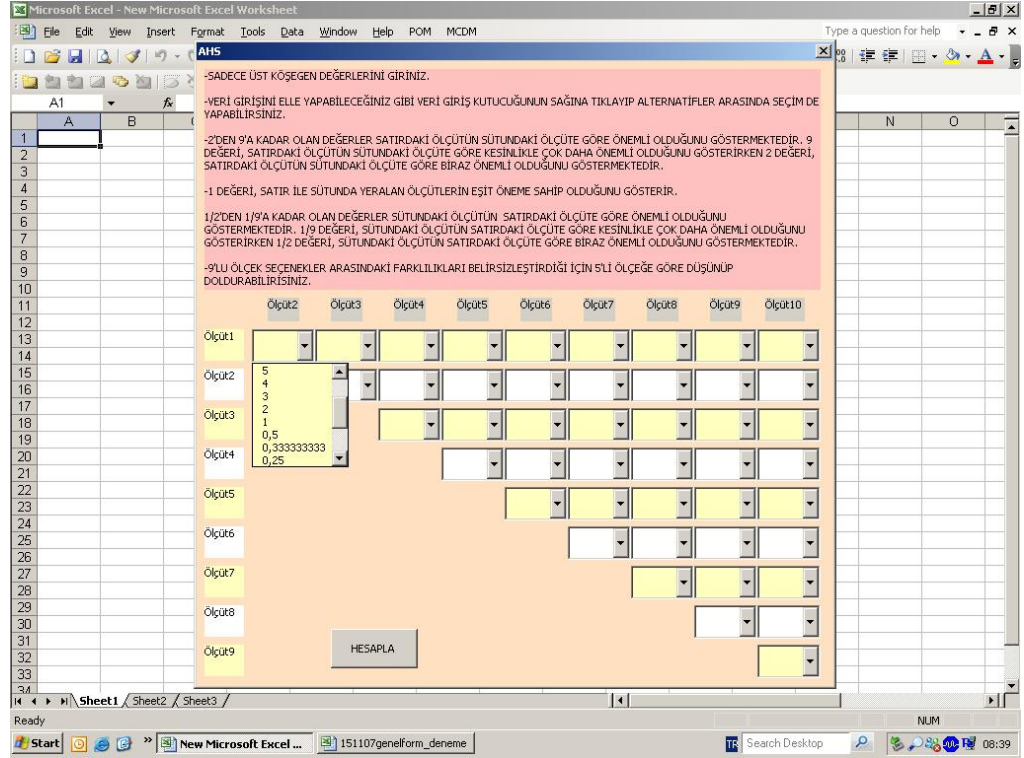
HESAPLA

Ready

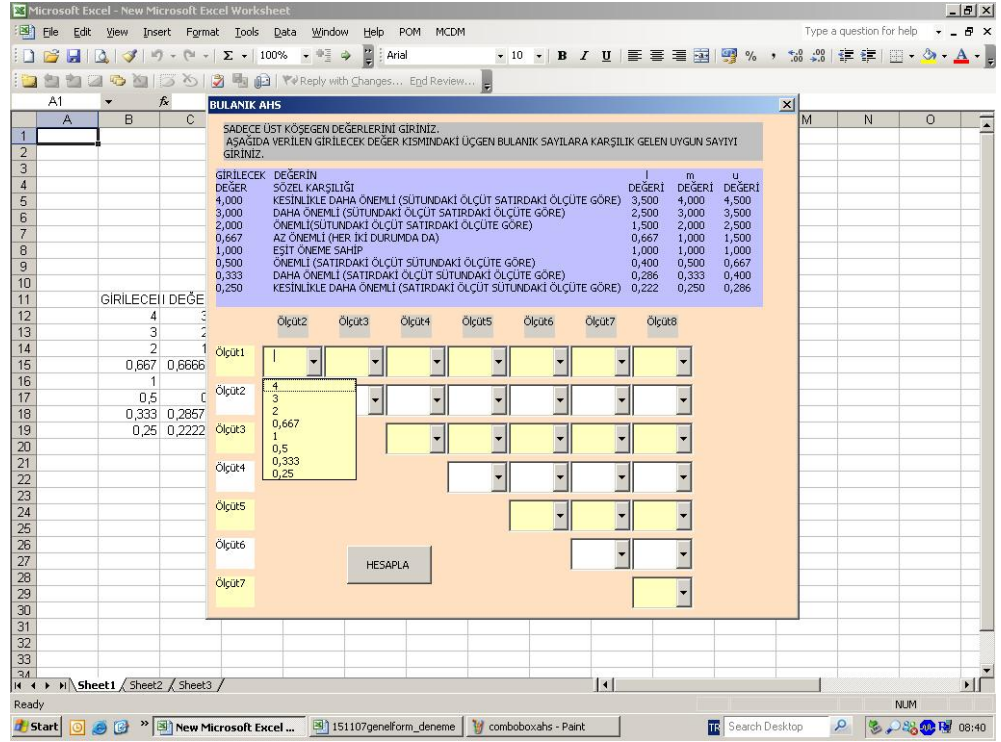
Start Inbox - Microsoft Ou... untitle - Paint 031007combobox... 151107genelform_d... Search Desktop 10:45

Şekil 31: Bulanik AHS Kullanıcı Formu

Bu kullanıcı formlarında hatalı veri girişi riskini ortadan kaldırmak için girilecek değerler “açılan giriş kutusu” (combobox) içerisinde belirtilmiştir. AHS ve Bulanık AHS kullanıcı formlarında kurulan açılan giriş kutusu (combobox) içeriklerine ilişkin görünüm sırasıyla Şekil 32 ve 33’te verilmiştir.



Şekil 32: AHS Kullanıcı Formunda Açılan Giriş Kutusu



Şekil 33: Bulanık AHS Kullanıcı Formunda Açılan Giriş Kutusu

3.3.8.1. Hesaplamalar ve Sayısal Bulgular

Bu açıklamaların ardından firmanın tesis yeri seçiminde kullandığı ölçütlerin ağırlıklarının belirlenmesine ilişkin formların bulanık değerlendirme matrislerine dönüştürülüp hesaplamalarının yapılması açıklanmıştır.

İlk olarak gıda sektörüne yönelik yasal düzenleme durumlarından teşviklerin yapılması kontrol ölçütüne göre zaman süreçlerini karşılaştırmasından elde edilen sonuçlar Tablo 24'te sunulmuştur.

Tablo 24: Gıda Sektörüne Yönelik Yasal Düzenleme Durumlarından Teşviklerin Yapılması Kontrol Ölçütüne Göre Zaman Süreçleri Açısından Bulanık Değerlendirme Matrisi

Teşviklerin yapılması açısından	Kısa vade (k)			Orta vade (o)			Uzun vade (u)		
Kısa vade (k)	1	1	1	2/5	1/2	2/3	2/7	1/3	2/5
Orta vade (o)	3/2	2	5/2	1	1	1	2/7	1/3	2/5
Uzun vade (u)	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2	1	1	1

Bu tablodaki karşılaştırma verilerine bağlı olarak elde edilen değerler şu şekildedir.

$$S_k = (1,686; 1,833; 2,067) \otimes (1/10,471; 1/12,166; 1/13,966) = (0,121; 0,151; 0,197)$$

$$S_o = (2,786; 3,333; 3,9) \otimes (1/10,471; 1/12,166; 1/13,966) = (0,199; 0,274; 0,372)$$

$$S_u = (6; 7; 8) \otimes (1/10,471; 1/12,166; 1/13,966) = (0,43; 0,575; 0,764)$$

Bu değerler kullanılarak her ikili karşılaştırma için $M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ olasılığı bulunur.

$$V(M_k \geq M_o) = 0$$

$$V(M_k \geq M_u) = 0$$

$$V(M_o \geq M_k) = 0$$

$$V(M_o \geq M_u) = 0$$

$$V(M_u \geq M_k) = 1$$

$$V(M_u \geq M_o) = 1$$

Diğer bütün bulanık sayılardan M_i ($i = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, k$) büyük olan bir bulanık sayının olasılığı hesaplanır.

$$\text{En küçük } V(M_k \geq M_o) \text{ ve } V(M_k \geq M_u) = \text{en küçük } (0; 0) = 0$$

$$\text{En küçük } V(M_o \geq M_k) \text{ ve } V(M_o \geq M_u) = \text{en küçük } (0; 0) = 0$$

$$\text{En küçük } V(M_u \geq M_k) \text{ ve } V(M_u \geq M_o) = \text{en küçük } (1; 1) = 1$$

Elde edilen bu değerlerin normalize işlemi sonucu 3 ölçüt için ağırlıklar bulunur. Normalize işlemi için toplam değer = $0 + 0 + 1 = 1$

$$W = \{0/1; 0/1; 1/1\}$$

$$W = \{0; 0; 1\}$$

Gıda sektörüne yönelik yasal düzenleme durumlarından teşviklerin yapılması kontrol ölçütüne göre zaman süreçlerini karşılaştırmasının ardından gıda sektörüne yönelik yasal düzenleme durumlarından herhangi bir değişikliğin olmaması kontrol ölçütüne göre zaman süreçlerini karşılaştırması yapılmıştır. Bu karşılaştırmanın sonuçları Tablo 25'tedir.

Tablo 25: Gıda Sektörüne Yönelik Yasal Düzenleme Durumlarından Herhangi Bir Değişikliğin Olmaması Kontrol Ölçütüne Göre Zaman Süreçleri Açısından Bulanık Değerlendirme Matrisi

Herhangi bir değişikliğin olmaması açısından	Kısa vade (k)			Orta vade (o)			Uzun vade (u)		
Kısa vade (k)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Orta vade (o)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Uzun vade (u)	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Bu tablodaki karşılaştırma verilerine bağlı olarak elde edilen değerler şu şekildedir.

$$S_k = (3; 3; 3) \otimes (1/9; 1/9; 1/9) = (0,333; 0,333; 0,333)$$

$$S_o = (3; 3; 3) \otimes (1/9; 1/9; 1/9) = (0,333; 0,333; 0,333)$$

$$S_u = (3; 3; 3) \otimes (1/9; 1/9; 1/9) = (0,333; 0,333; 0,333)$$

Bu değerler kullanılarak her ikili karşılaştırma için $M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ olasılığı bulunur.

$$V(M_k \geq M_o) = 1$$

$$V(M_k \geq M_u) = 1$$

$$V(M_o \geq M_k) = 1$$

$$V(M_o \geq M_u) = 1$$

$$V(M_u \geq M_k) = 1$$

$$V(M_u \geq M_o) = 1$$

Diğer bütün bulanık sayılardan M_i ($i = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, k$) büyük olan bir bulanık sayının olasılığı hesaplanır.

$$\text{En küçük } V(M_k \geq M_o) \text{ ve } V(M_k \geq M_u) = \text{en küçük } (1; 1) = 1$$

$$\text{En küçük } V(M_o \geq M_k) \text{ ve } V(M_o \geq M_u) = \text{en küçük } (1; 1) = 1$$

$$\text{En küçük } V(M_u \geq M_k) \text{ ve } V(M_u \geq M_o) = \text{en küçük } (1; 1) = 1$$

Elde edilen bu değerlerin normalize işlemi sonucu 3 ölçüt için ağırlıklar bulunur.

$$\text{Normalize işlemi için toplam değer} = 1 + 1 + 1 = 3$$

$$W = \{1/3; 1/3; 1/3\}$$

$$W = \{0,333; 0,333; 0,333\}$$

Gıda sektörüne yönelik yasal düzenleme durumlarından sonuncusu ise sektöre yönelik çeşitli kısıtlamaların getirilmesi durumudur. Sektöre yönelik çeşitli kısıtlamaların getirilmesi kontrol ölçütüne göre zaman süreçlerinin karşılaştırmasından elde edilen sonuçlar Tablo 26'da sunulmuştur.

Tablo 26: Gıda Sektörüne Yönelik Yasal Düzenleme Durumlarından Sektöre Yönelik Çeşitli Kısıtlamaların Getirilmesi Kontrol Ölçütüne Göre Zaman Süreçleri Açısından Bulanık Değerlendirme Matrisi

Çeşitli Kısıtlamaların Getirilmesi açısından	Kısa vade (k)			Orta vade (o)			Uzun vade (u)		
	Kısa vade (k)	1	1	1	2/5	1/2	2/3	2/7	1/3
Orta vade (o)	3/2	2	5/2	1	1	1	2/5	1/2	2/3
Uzun vade (u)	5/2	3	7/2	3/2	2	5/2	1	1	1

Bu tablodaki karşılaştırma verilerine bağlı olarak elde edilen değerler şu şekildedir.

$$S_k = (1,686; 1,833; 2,067) \otimes (1/9,586; 1/11,333; 1/13,233) = (0,127; 0,162; 0,216)$$

$$S_o = (2,9; 3,5; 4,167) \otimes (1/9,586; 1/11,333; 1/13,233) = (0,219; 0,309; 0,435)$$

$$S_u = (5; 6; 7) \otimes (1/9,586; 1/11,333; 1/13,233) = (0,378; 0,529; 0,73)$$

Bu değerler kullanılarak her ikili karşılaştırma için $M_2 = (l_2, m_2, u_2) \geq M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ olasılığı bulunur.

$$V(M_k \geq M_o) = 0$$

$$V(M_k \geq M_u) = 0$$

$$V(M_o \geq M_k) = 1$$

$$V(M_o \geq M_u) = 0,205$$

$$V(M_u \geq M_k) = 1$$

$$V(M_u \geq M_o) = 1$$

Diğer bütün bulanık sayılardan M_i ($i = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, k$) büyük olan bir bulanık sayının olasılığı hesaplanır.

En küçük $V(M_k \geq M_o)$ ve $V(M_k \geq M_u) = \text{en küçük } (0; 0) = 0$

En küçük $V(M_o \geq M_k)$ ve $V(M_o \geq M_u) = \text{en küçük } (0,205; 1) = 0,205$

En küçük $V(M_u \geq M_k)$ ve $V(M_u \geq M_o) = \text{en küçük } (1; 1) = 1$

Elde edilen bu değerlerin normalize işlemi sonucu 3 ölçüt için ağırlıklar bulunur.

Normalize işlemi için toplam değer = $0 + 0,205 + 1 = 1,205$

$W = \{0/1,205; 0,205/1,205; 1/1,205\}$

$W = \{0; 0,17; 0,83\}$

Yasal düzenlemeler ile zaman süreci arasında karşılıklı ilişki olduğu düşünüldüğünden zaman süreçlerine göre yasal durumdaki değişikliklerin tesis yeri seçimini nasıl etkilediğinin de incelenmesi gerekmektedir. Bu nedenle her zaman sürecine göre yasal durumların karşılaştırılması istenmektedir. Zaman süreci açısından kısa vade kontrol ölçütüne göre yasal durumları karşılaştırma sonuçları Tablo 27’de sunulmuştur.

Tablo 27: Zaman Süreci Açısından Kısa Vade Kontrol Ölçütüne Göre Yasal Durumlar Açısından Bulanık Değerlendirme Matrisi

Kısa vade açısından	Gıda sektörüne yönelik teşviklerin yapılması (t)			Gıda sektörüne yönelik herhangi bir değişiklik olmaması			Gıda sektörüne çeşitli kısıtlamaların getirilmesi (k)		
Gıda sektörüne yönelik teşviklerin yapılması (t)	1	1	1	2/3	1	3/2	3/2	2	5/2
Gıda sektörüne yönelik herhangi bir değişiklik olmaması (d)	2/3	1	3/2	1	1	1	5/2	3	7/2
Gıda sektörüne yönelik çeşitli kısıtlamaların getirilmesi (k)	2/5	1/2	2/3	2/7	1/3	2/5	1	1	1

Hesaplamalar sonucu bu matristen elde edilen ağırlık değerleri şu şekildedir.

$W = \{0,418; 0,582; 0\}$

Zaman süreci açısından kısa vade kontrol ölçütüne göre yasal durumların karşılaştırmasının ardından orta ve uzun vadeye göre bulanık değerlendirme matrisleri Tablo 28 ve Tablo 29'da gösterilmiştir.

Tablo 28: Zaman Süreci Açısından Orta Vade Kontrol Ölçütüne Göre Yasal Durumlar Açısından Bulanık Değerlendirme Matrisi

Orta vade açısından	Gıda sektörüne yönelik teşviklerin yapılması (t)			Gıda sektörüne yönelik herhangi bir değişiklik olmaması (d)			Gıda sektörüne yönelik çeşitli kısıtlamaların getirilmesi (k)		
Gıda sektörüne yönelik teşviklerin yapılması (t)	1	1	1	5/2	3	7/2	3/2	2	5/2
Gıda sektörüne yönelik herhangi bir değişiklik olmaması (d)	2/7	1/3	2/5	1	1	1	2/3	1	3/2
Gıda sektörüne yönelik çeşitli kısıtlamaların getirilmesi (k)	2/5	1/2	2/3	2/3	1	3/2	1	1	1

Hesaplamalar sonucu bu matristen elde edilen ağırlık değerleri $W = \{1; 0; 0\}$ olmaktadır.

Tablo 29: Zaman Süreci Açısından Uzun Vade Kontrol Ölçütüne Göre Yasal Durumlar Açısından Bulanık Değerlendirme Matrisi

Uzun vade açısından	Gıda sektörüne yönelik teşviklerin yapılması (t)			Gıda sektörüne yönelik herhangi bir değişiklik olmaması (d)			Gıda sektörüne yönelik çeşitli kısıtlamaların getirilmesi (k)		
Gıda sektörüne yönelik teşviklerin yapılması (t)	1	1	1	5/2	3	7/2	3/2	2	5/2
Gıda sektörüne yönelik herhangi bir değişiklik olmaması (d)	2/7	1/3	2/5	1	1	1	2/3	1	3/2
Gıda sektörüne yönelik çeşitli kısıtlamaların getirilmesi (k)	2/5	1/2	2/3	2/3	1	3/2	1	1	1

Hesaplamalar sonucu bu matristen elde edilen ağırlık değerleri şu şekildedir.

$$W = \{1; 0; 0\}$$

Zaman faktörünün tesis yeri seçimindeki ana ölçütleri etkilediği düşünüldüğünden bu aşamada tüm zaman süreçleri açısından ana ölçütlerin karşılaştırılması yapılmıştır. Zaman süreci açısından tesis yeri seçimini etkileyen ana ölçütleri karşılaştırmada kullanılan bulanık değerlendirme matrisleri Tablo 30, Tablo 31 ve Tablo 32'de verilmiştir.

Tablo 30: Kısa Vade Zaman Süreci Açısından Tesis Yeri Seçimini Etkileyen Ana Ölçütlere İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi

Kısa vade açısından	Mesafe			Trafik sıklığı			Talep potansiyeli			Tesis özellikleri			Yakın çevre ortamı		
	1	1	1	2/3	1	3/2	2/3	1	3/2	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5
Mesafe	1	1	1	2/3	1	3/2	2/3	1	3/2	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5
Trafik sıklığı	2/3	1	3/2	1	1	1	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5
Talep potansiyeli	2/3	1	3/2	5/2	3	7/2	1	1	1	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2
Tesis özellikleri	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2	2/7	1/3	2/5	1	1	1	5/2	3	7/2
Yakın çevre ortamı	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	1	1	1

Hesaplamalar sonucu bu matristen elde edilen ağırlık değerleri şu şekildedir.

$$W = \{0; 0; 0,424; 0,384; 0,192\}$$

Tablo 31: Orta Vade Zaman Süreci Açısından Tesis Yeri Seçimini Etkileyen Ana Ölçütlere İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi

Orta vade açısından	Mesafe			Trafik sıkışıklığı			Talep potansiyeli			Tesis özellikleri			Yakın çevre ortamı		
	1	1	1	3/2	2	5/2	3/2	2	5/2	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5
Mesafe	2/3	1	3/2	1	1	1	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5
Trafik sıkışıklığı	2/3	1	3/2	5/2	3	7/2	1	1	1	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2
Talep potansiyeli	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2	2/7	1/3	2/5	1	1	1	5/2	3	7/2
Tesis özellikleri	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	1	1	1
Yakın çevre ortamı															

Hesaplamalar sonucu bu matristen elde edilen ağırlık değerleri şu şekildedir.

$$W = \{0,027; 0; 0,395; 0,385; 0,193\}$$

Tablo 32: Uzun Vade Zaman Süreci Açısından Tesis Yeri Seçimini Etkileyen Ana Ölçütlere İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi

Uzun vade açısından	Mesafe			Trafik sıkışıklığı			Talep potansiyeli			Tesis özellikleri			Yakın çevre ortamı		
	1	1	1	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5
Mesafe	2/3	1	3/2	1	1	1	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5
Trafik sıkışıklığı	2/3	1	3/2	5/2	3	7/2	1	1	1	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2
Talep potansiyeli	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2	2/7	1/3	2/5	1	1	1	5/2	3	7/2
Tesis özellikleri	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	1	1	1
Yakın çevre ortamı															

Hesaplamalar sonucu bu matristen elde edilen ağırlık değerleri şu şekildedir.

$$W = \{0,166; 0; 0,334; 0,334; 0,166\}$$

Gıda sektörüne yönelik yasal düzenlemelerin tesis yeri seçimindeki ana ölçütleri etkilediği düşünülmektedir. Bu aşamada yasal düzenlemeler açısından gıda sektörüne yönelik teşviklerin yapılması kontrol ölçütüne göre tesis yeri seçimini etkileyen ana ölçütler karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmaya ilişkin bulanık değerlendirme matrisi Tablo 33'te verilmiştir.

Tablo 33: Yasal Düzenlemeler Açısından Gıda Sektörüne Yönelik Teşviklerin Yapılması Kontrol Ölçütüne Göre Tesis Yeri Seçimini Etkileyen Ana Ölçütlere İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi

Gıda Sektörüne Yönelik Teşviklerin Yapılması açısından	Mesafe			Trafik sıklığı			Talep potansiyeli			Tesis özellikleri			Yakın çevre ortamı		
Mesafe	1	1	1	2/3	1	3/2	2/3	1	3/2	2/3	1	3/2	2/3	1	3/2
Trafik sıklığı	2/3	1	3/2	1	1	1	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5
Talep potansiyeli	2/3	1	3/2	5/2	3	7/2	1	1	1	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2
Tesis özellikleri	2/3	1	3/2	5/2	3	7/2	2/7	1/3	2/5	1	1	1	5/2	3	7/2
Yakın çevre ortamı	2/3	1	3/2	5/2	3	7/2	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	1	1	1

Hesaplamalar sonucu bu matristen elde edilen ağırlık değerleri şu şekildedir.

$$W = \{0,078; 0; 0,522; 0,331; 0,069\}$$

Bu hesaplamanın ardından yasal düzenlemeler açısından gıda sektörüne yönelik herhangi bir değişikliğin olmaması ve sektöre çeşitli kısıtlamaların getirilmesi kontrol ölçütlerine göre tesis yeri seçimini etkileyen ana ölçütlerin karşılaştırılması sonucu oluşan bulanık değerlendirme matrisleri Tablo 34 ve Tablo 35'te verilmiştir.

Tablo 34: Yasal Düzenlemeler Açısından Gıda Sektörüne Yönelik Herhangi Bir Değişikliğin Olmaması Kontrol Ölçütüne Göre Tesis Yeri Seçimini Etkileyen Ana Ölçütlere İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi

Gıda Sektörüne Yönelik Herhangi Bir Değişikliğin Olmaması açısından	Mesafe			Trafik sıklığı			Talep potansiyeli			Tesis özellikleri			Yakın çevre ortamı		
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Mesafe	1	1	1	1	1	1	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2
Trafik sıklığı	1	1	1	2/7	1/3	2/5	1	1	1	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2
Talep potansiyeli	1	1	1	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	1	1	1	5/2	3	7/2
Tesis özellikleri	1	1	1	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	1	1	1
Yakın çevre ortamı	1	1	1	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	1	1	1

Hesaplamalar sonucu bu matristen elde edilen ağırlıklar, $W = \{0; 0,711; 0,289; 0; 0\}$ olur.

Tablo 35: Yasal Düzenlemeler Açısından Gıda Sektörüne Yönelik Çeşitli Kısıtlamaların Getirilmesi Kontrol Ölçütüne Göre Tesis Yeri Seçimini Etkileyen Ana Ölçütlere İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi

Gıda Sektörüne Yönelik Çeşitli Kısıtlamaların Getirilmesi açısından	Mesafe			Trafik sıklığı			Talep potansiyeli			Tesis özellikleri			Yakın çevre ortamı		
	1	1	1	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2
Mesafe	2/7	1/3	2/5	1	1	1	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2
Trafik sıklığı	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	1	1	1	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2
Talep potansiyeli	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	1	1	1	5/2	3	7/2
Tesis özellikleri	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	1	1	1
Yakın çevre ortamı	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	1	1	1

Hesaplamalar sonucu bu matristen elde edilen ağırlık değerleri $W = \{0,577; 0,357; 0,066; 0; 0\}$ şeklinde hesaplanmıştır.

Tesis yeri seçimindeki ana ölçütlerin kendi içinde de birbirlerini etkilediği düşünüldüğünden bu aşamada her bir ana ölçüte göre ana ölçütlerin karşılaştırılması yapılmıştır. Ana ölçütlerden mesafe kontrol ölçütüne göre tesis yeri seçimini etkileyen ana ölçütleri karşılaştıran bulanık değerlendirme matrisi Tablo 36'da sunulmuştur.

Tablo 36: Mesafe Kontrol Ölçütüne Göre Tesis Yeri Seçimini Etkileyen Ana Ölçütlere İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi

Mesafe Kontrol Ölçütü Açısından	Mesafe			Trafik sıklığı			Talep potansiyeli			Tesis özellikleri			Yakın çevre ortamı		
Mesafe	1	1	1	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2	2/7	1/3	2/5	2/5	1/2	2/3
Trafik sıklığı	2/7	1/3	2/5	1	1	1	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	2/5	1/2	2/3
Talep potansiyeli	2/7	1/3	2/5	5/2	3	7/2	1	1	1	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2
Tesis özellikleri	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2	2/7	1/3	2/5	1	1	1	5/2	3	7/2
Yakın çevre ortamı	3/2	2	5/2	3/2	2	5/2	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	1	1	1

Hesaplamalar sonucu bu matristen elde edilen ağırlık değerleri şu şekildedir.

$$W = \{0,21; 0; 0,378; 0,378; 0,034\}$$

İkinci ana ölçüt olan trafik sıklığı kontrol ölçütüne göre tesis yeri seçimini etkileyen ana ölçütleri karşılaştırma matrisi Tablo 37'deki gibidir.

Tablo 37: Trafik Sıkışıklığı Kontrol Ölçütüne Göre Tesis Yeri Seçimini Etkileyen Ana Ölçütlere İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi

Trafik Sıkışıklığı Kontrol Ölçütü Açısından	Mesafe			Trafik sıkışıklığı			Talep potansiyeli			Tesis özellikleri			Yakın çevre ortamı		
	1	1	1	5/2	3	7/2	2/5	1/2	2/3	2/5	1/2	2/3	2/5	1/2	2/3
Mesafe	1	1	1	5/2	3	7/2	2/5	1/2	2/3	2/5	1/2	2/3	2/5	1/2	2/3
Trafik sıkışıklığı	2/7	1/3	2/5	1	1	1	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5
Talep potansiyeli	2/7	1/3	2/5	5/2	3	7/2	1	1	1	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2
Tesis özellikleri	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2	2/7	1/3	2/5	1	1	1	5/2	3	7/2
Yakın çevre ortamı	3/2	2	5/2	3/2	2	5/2	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	1	1	1

Hesaplamalar sonucu bu matristen elde edilen ağırlık değerleri şu şekildedir.

$$W = \{0; 0; 0,577; 0,358; 0,065\}$$

Trafik sıkışıklığına ilişkin karşılaştırmanın ardından talep potansiyeline göre ana ölçütlerin karşılaştırması yapılmıştır. Ana ölçütlerden talep potansiyeli kontrol ölçütüne göre tesis yeri seçimini etkileyen ana ölçütleri karşılaştırmadan elde edilen bulanık değerlendirme matrisi ise Tablo 38'deki gibi oluşmuştur.

Tablo 38: Talep Potansiyeli Kontrol Ölçütüne Göre Tesis Yeri Seçimini Etkileyen Ana Ölçütlere İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi

Talep Potansiyeli Kontrol Ölçütü Açısından	Mesafe			Trafik sıkışıklığı			Talep potansiyeli			Tesis özellikleri			Yakın çevre ortamı		
	1	1	1	5/2	3	7/2	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5
Mesafe	1	1	1	5/2	3	7/2	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5
Trafik sıkışıklığı	2/7	1/3	2/5	1	1	1	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5
Talep potansiyeli	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2	1	1	1	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2
Tesis özellikleri	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2	2/7	1/3	2/5	1	1	1	5/2	3	7/2
Yakın çevre ortamı	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	1	1	1

Hesaplamalar sonucu bu matristen elde edilen ağırlık değerleri şu şekildedir.

$$W = \{0; 0; 0,577; 0,358; 0,065\}$$

Talep potansiyeline ilişkin karşılaştırmanın ardından tesis özelliklerine göre ana ölçütlerin karşılaştırması yapılmıştır. Ana ölçütlerden tesis özellikleri kontrol ölçütüne göre tesis yeri seçimini etkileyen ana ölçütleri karşılaştırmadan elde edilen bulanık değerlendirme matrisi Tablo 39’da sunulmuştur.

Tablo 39: Tesis Özellikleri Kontrol Ölçütüne Göre Tesis Yeri Seçimini Etkileyen Ana Ölçütlere İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi

Tesis Özellikleri Kontrol Ölçütü Açısından	Mesafe			Trafik sıklığı			Talep potansiyeli			Tesis özellikleri			Yakın çevre ortamı		
	1	1	1	5/2	3	7/2	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5
Mesafe	1	1	1	5/2	3	7/2	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5
Trafik sıklığı	2/7	1/3	2/5	1	1	1	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5
Talep potansiyeli	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2	1	1	1	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2
Tesis özellikleri	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2	2/7	1/3	2/5	1	1	1	5/2	3	7/2
Yakın çevre ortamı	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	1	1	1

Hesaplamalar sonucu bu matristen elde edilen ağırlık değerleri şu şekildedir.

$$W = \{0; 0; 0,577; 0,358; 0,065\}$$

Tesis özelliklerine ilişkin karşılaştırmanın ardından son ana ölçüt olan yakın çevre ortamına göre ana ölçütlerin karşılaştırması yapılmıştır. Ana ölçütlerden yakın çevre ortamı kontrol ölçütüne göre tesis yeri seçimini etkileyen ana ölçütleri karşılaştırmadan elde edilen bulanık değerlendirme matrisi Tablo 40’ta verildiği gibidir.

Tablo 40: Yakın Çevre Ortamı Kontrol Ölçütüne Göre Tesis Yeri Seçimini Etkileyen Ana Ölçütlere İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi

Yakın Çevre Ortamı Kontrol Ölçütü Açısından	Mesafe			Trafik sıklığı			Talep potansiyeli			Tesis özellikleri			Yakın çevre ortamı		
	1	1	1	5/2	3	7/2	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5
Mesafe	1	1	1	5/2	3	7/2	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5
Trafik sıklığı	2/7	1/3	2/5	1	1	1	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5
Talep potansiyeli	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2	1	1	1	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2
Tesis özellikleri	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2	2/7	1/3	2/5	1	1	1	5/2	3	7/2
Yakın çevre ortamı	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	1	1	1

Hesaplamalar sonucu bu matristen elde edilen ağırlık değerleri şu şekildedir.

$$W = \{0; 0; 0,577; 0,358; 0,065\}$$

AHS yönteminde yapılan tutarlılık hesabı, mantıksal dengeyi göstermektedir ve Chang'in bulanık AHS modifikasyonunda değerlendirmeler nominal ölçekle yapıldığı için, bulanık hesaplamalardan önce, değerlendirmelerin tutarlı olup olmadığını, verilen değerlerin klasik karşılıkları gözetilerek test edilebilmektedir. Bulanık AHS yaklaşımının belirli aşamalarını Bulanık AHS oluşturmakta ve ilgili bölümde verilen Bulanık AHS modeli uygulanmaktadır. Burada aşamada yapılan değerlendirmeler, klasik karşılıklar ele alınarak tutarlılık testine tabi tutulmuşlar ve tutarlı değerlendirmeler elde edecek şekilde uzlaşmalar sağlanmıştır.

Zaman ve yasal düzenlemelerle karşılıklı etkileşim içinde bulunan ana ölçütlerin değerlendirilmesi tamamlanmıştır. Bu karşılaştırma matrislerinden elde edilen değerler ağırlıksız süpermatris yapısını oluşturmuştur. Tablo 41'de ağırlıksız süpermatris yapısı sunulmuştur.

Süpermatris içerisinde ana faktörlerden gıda sektörüne yönelik yasal düzenlemeler ve zaman sürecine etki eden faktörler birden fazla olduğundan bu faktörler içinde ikili karşılaştırma yaparak ağırlıklar belirlenmelidir. Bu ağırlıklar ile süpermatrisin ilgili kısımları çarpılarak ağırlıklı süpermatris elde edilir. Bu işlemler sonucu elde edilen süpermatris yapısı ise Tablo 42'de verilmiştir.

Tablo 41: Bulanık ASS Ağırlıksız Süpermatris Yapısı

		Zaman süreci			Gıda sektörüne yönelik yasal düzenlemeler			Ana ölçütler				
		Kısa vade	Orta vade	Uzun vade	Teşviklerin yapılması	Herhangi bir değişikliğin olmaması	Çeşitli kısıtlamaların getirilmesi	Mesafe	Trafik sıkışıklığı	Talep potansiyeli	Tesis özellikleri	Yakın çevre ortamı
Zaman süreci	Kısa vade	0	0	0	0	0,333	0	0	0	0	0	0
	Orta vade	0	0	0	0	0,333	0,17	0	0	0	0	0
	Uzun vade	0	0	0	1	0,333	0,83	0	0	0	0	0
Gıda sektörüne yönelik yasal düzenlemeler	Teşviklerin yapılması	0,418	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	Herhangi bir değişikliğin olmaması	0,582	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Çeşitli kısıtlamaların getirilmesi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ana ölçütler	Mesafe	0	0,027	0,166	0,078	0	0,577	0,21	0	0	0	0
	Trafik sıkışıklığı	0	0,000	0,000	0	0,711	0,357	0	0	0	0	0
	Talep potansiyeli	0,424	0,395	0,334	0,522	0,289	0,066	0,378	0,577	0,577	0,577	0,577
	Tesis özellikleri	0,384	0,385	0,334	0,331	0	0	0,378	0,358	0,358	0,358	0,358
	Yakın çevre ortamı	0,192	0,193	0,166	0,069	0	0	0,034	0,065	0,065	0,065	0,065

Tablo 42: Bulanık ASS Ağırlıklı Süpermatris Yapısı

		Zaman süreci			Gıda sektörüne yönelik yasal düzenlemeler			Ana ölçütler				
		Kısa vade	Orta vade	Uzun vade	Teşviklerin yapılması	Herhangi bir değişikliğin olmaması	Çeşitli kısıtlamaların getirilmesi	Mesafe	Trafik sıkışıklığı	Talep potansiyeli	Tesis özellikleri	Yakın çevre ortamı
Zaman süreci	Kısa vade	0,000	0,000	0,000	0,000	0,167	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Orta vade	0,000	0,000	0,000	0,000	0,167	0,085	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Uzun vade	0,000	0,000	0,000	0,500	0,167	0,415	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Gıda sektörüne yönelik yasal düzenlemeler	Teşviklerin yapılması	0,209	0,500	0,500	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Herhangi bir değişikliğin olmaması	0,291	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Çeşitli kısıtlamaların getirilmesi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ana ölçütler	Mesafe	0,000	0,012	0,083	0,039	0,000	0,289	0,210	0,000	0,000	0,000	0,000
	Trafik sıkışıklığı	0,000	0,000	0,000	0,000	0,356	0,179	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Talep potansiyeli	0,212	0,198	0,167	0,261	0,145	0,033	0,378	0,577	0,577	0,577	0,577
	Tesis özellikleri	0,192	0,193	0,167	0,166	0,000	0,000	0,378	0,358	0,358	0,358	0,358
	Yakın çevre ortamı	0,096	0,097	0,083	0,035	0,000	0,000	0,034	0,065	0,065	0,065	0,065

Bu süpermatrisin matris çarpımı alınarak sistem kararlı hale getirilmektedir. Bu işlem ardarda tekrarlandığında belli bir limit noktasında aynı sıradaki tüm değerler aynı hale gelmekte ve sistemin kararlı olduğu sonucuna varılmaktadır.

Ağırlıklı süpermatris bir markov geçiş matrisi olarak ele alınır ve uzun dönem geçiş değerlerini bulmak üzere değerler sabitleninceye kadar markov zinciri hesaplanır. Böylece genel olarak, tüm ölçüt grupları için son önem değerlerini gösteren matris (S^N) hesaplanmış olur ki, bu matriste sütunlar boyunca değerler birbirine eşittir:

$$S^N = \prod_{i=1}^N S \quad (N=1,2,\dots,\infty)$$

Bu işlem uygulama adımlarından 3.3.'e karşılık gelmektedir. Sistemin kararlı yapısı Tablo 43'te verilmiştir.

Tablo 43: Bulanık ASS Kararlı Yapı

		Zaman süreci			Gıda sektörüne yönelik yasal düzenlemeler			Ana ölçütler				
		Kısa vade	Orta vade	Uzun vade	Teşviklerin yapılması	Herhangi bir değişikliğin olmaması	Çeşitli kısıtlamaların getirilmesi	Mesafe	Trafik sıkışıklığı	Talep potansiyeli	Tesis özellikleri	Yakın çevre ortamı
Zaman süreci	Kısa vade	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Orta vade	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Uzun vade	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Gıda sektörüne yönelik yasal düzenlemeler	Teşviklerin yapılması	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Herhangi bir değişikliğin olmaması	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Çeşitli kısıtlamaların getirilmesi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ana ölçütler	Mesafe	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Trafik sıkışıklığı	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Talep potansiyeli	0,577	0,577	0,577	0,577	0,577	0,577	0,577	0,577	0,577	0,577	0,577
	Tesis özellikleri	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358
	Yakın çevre ortamı	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065	0,065

Bundan sonraki aşamada alt ölçütlerin bağlı bulunduğu ana ölçütlere göre karşılaştırılması yapılmıştır. Bunun için ilk olarak mesafe ana ölçütüne ilişkin alt ölçütlerin ikili karşılaştırmaları yapılmış ve elde edilen değerlerden Tablo 44'teki bulanık değerlendirme matrisi hazırlanmıştır.

Tablo 44: Mesafe Ana Ölçütü Açısından Alt Ölçütlere İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi

Mesafe açısından	Büfelere olan uzaklık			Lokantalara olan uzaklık			İhale fırsatları nedeniyle askeri birimlere olan uzaklık			Diğer unlu mamül alan firmalara uzaklık		
Büfelere olan uzaklık	1	1	1	7/2	4	9/2	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2
Lokantalara olan uzaklık	2/9	1/4	2/7	1	1	1	2/7	1/3	2/5	3/2	2	5/2
İhale fırsatları nedeniyle askeri birimlere olan uzaklık	2/7	1/3	2/5	5/2	3	7/2	1	1	1	5/2	3	7/2
Diğer unlu mamül alan firmalara uzaklık	2/7	1/3	2/5	2/5	1/2	2/3	2/7	1/3	2/5	1	1	1

Hesaplamalar sonucu bu matristen elde edilen ağırlık değerleri şu şekildedir.

$$W = \{0,78; 0; 0,22; 0\}$$

İkinci ana ölçüt trafik sıkışıklığıdır. Trafik sıkışıklığı ana ölçütü içerisinde yer alan alt ölçütlere ilişkin bulanık değerlendirme matrisi Tablo 45'te sunulmuştur.

Tablo 45: Trafik Sıkışıklığı Ana Ölçütü Açısından Alt Ölçütlere İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi

Trafik Sıkışıklığı açısından	Park yeri imkanları			Taşıt yoğunluğu			Alternatif yolların varlığı		
Park yeri imkanları	1	1	1	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5
Taşıt yoğunluğu	5/2	3	7/2	1	1	1	5/2	3	7/2
Alternatif yolların varlığı	5/2	3	7/2	2/7	1/3	2/5	1	1	1

Hesaplamalar sonucu bu matristen elde edilen ağırlık değerleri şu şekildedir.

$$W = \{0; 0,907; 0,093\}$$

Bu değerlendirmenin ardından tesis özelliklerine ilişkin alt lutlerin değerlendirmesi yapılmıştır. Tesis zellikleri ana lut çerçevesinde hazırlanan bulanık değerlendirme matrisi Tablo 46'daki gibidir.

Tablo 46: Tesis zellikleri Ana lut Açısından Alt lutlere İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi

Tesis zellikleri açısından	Tesis alanı			şekil			Ana caddeye uzaklık			Fiyat		
Tesis alanı	1	1	1	5/2	3	7/2	1	1	1	2/7	1/3	2/5
şekil	2/7	1/3	2/5	1	1	1	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5
Ana caddeye uzaklık	1	1	1	5/2	3	7/2	1	1	1	2/7	1/3	2/5
Fiyat	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2	1	1	1

Hesaplamalar sonucu bu matristen elde edilen ağırlık değerleri $W = \{0; 0; 0; 1\}$ olarak elde edilmiştir.

Talep potansiyeli açısından yapılan karşılaştırmalardan elde edilen bulanık değerlendirme matrisi Tablo 47'de sunulmuştur.

Tablo 47: Talep Potansiyeli Ana lut Açısından Alt lutlere İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi

Talep Potansiyeli açısından	Yüksek düzeyde talep			Orta düzeyde talep			Düşük düzeyde talep		
Yüksek düzeyde talep	1	1	1	7/2	4	9/2	7/2	4	9/2
Orta düzeyde talep	2/9	1/4	2/7	1	1	1	5/2	3	7/2
Düşük düzeyde talep	2/9	1/4	2/7	2/7	1/3	2/5	1	1	1

Hesaplamalar sonucu bu matristen elde edilen ağırlık değerleri $W = \{1; 0; 0\}$ olarak elde edilmiştir.

Bu değerlendirmenin ardından son ana ölçüt olan yakın evre ortamına ilişkin alt lutlerin değerlendirmesi yapılmıştır. Yakın evre ortamı ana ölçütü çerçevesinde hazırlanan bulanık değerlendirme matrisi Tablo 48'deki gibidir.

Tablo 48: Yakın Çevre Ortamı Ana Ölçütü Açısından Alt Ölçütlere İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi

Yakın Çevre Ortamı açısından	Rakip firmaların varlığı			Bakım-onarım kolaylıkları			Enerji olanakları			Tamamlayıcı ürün sunan firmaların varlığı		
	1	1	1	5/2	3	7/2	3/2	2	5/2	3/2	2	5/2
Rakip firmaların varlığı	1	1	1	5/2	3	7/2	3/2	2	5/2	3/2	2	5/2
Bakım-onarım kolaylıkları	2/7	1/3	2/5	1	1	1	2/7	1/3	2/5	3/2	2	5/2
Enerji olanakları	2/5	1/2	2/3	5/2	3	7/2	1	1	1	5/2	3	7/2
Tamamlayıcı ürün sunan firmaların varlığı	2/5	1/2	2/3	2/5	1/2	2/3	2/7	1/3	2/5	1	1	1

Hesaplamalar sonucu bu matristen elde edilen ağırlık değerleri $W = \{0,525; 0; 0,475; 0\}$ olarak elde edilmiştir.

Zaman ve yasal düzenlemeler ile karşılıklı ilişki içinde bulunan ana ölçütler ile bunların alt ölçütlerinin ağırlıkları bulunduğundan sonra her bir alt ölçüt açısından alternatif kuruluş yerlerinin karşılaştırılması gerekmektedir. İlk olarak büfelere olan uzaklık açısından 4 alternatif kuruluş yerinin karşılaştırması yapılmıştır. Bu karşılaştırma verilerine göre oluşturulan bulanık değerlendirme matrisi Tablo 49'da gösterilmiştir.

Tablo 49: Büfelere Olan Uzaklık Alt Ölçütü Açısından Alternatif Kuruluş Yerlerine İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi

Büfelere Olan Uzaklık açısından	Bakırköy			Kadıköy			Üsküdar			Büyükçekmece		
Bakırköy	1	1	1	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2
Kadıköy	2/7	1/3	2/5	1	1	1	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2
Üsküdar	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	1	1	1	5/2	3	7/2
Büyükçekmece	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	1	1	1

Hesaplamalar sonucu bu matristen elde edilen ağırlık değerleri $W = \{0,684; 0,316; 0; 0\}$ olarak elde edilmiştir.

Büfelere olan uzaklık açısından 4 alternatif kuruluş yerinin karşılaştırmasının ardından lokantalara olan uzaklık için değerlendirme yapılmıştır. Bu değerlendirmeye ilişkin bulanık değerlendirme matrisi Tablo 50'de gösterilmiştir.

Tablo 50: Lokantalara Olan Uzaklık Alt Ölçütü Açısından Alternatif Kuruluş Yerlerine İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi

Lokantalara Olan Uzaklık açısından	Bakırköy			Kadıköy			Üsküdar			Büyükçekmece		
Bakırköy	1	1	1	3/2	2	5/2	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2
Kadıköy	2/5	1/2	2/3	1	1	1	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2
Üsküdar	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	1	1	1	5/2	3	7/2
Büyükçekmece	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	1	1	1

Hesaplamalar sonucu bu matristen elde edilen ağırlık değerleri $W = \{0,586; 0,414; 0; 0\}$ olarak elde edilmiştir.

İhale fırsatları nedeniyle askeri birimlere olan uzaklık ve diğer unlu mamül alan firmalara uzaklık alt ölçütleri açısından alternatiflerin karşılaştırmasına ilişkin bulanık değerlendirme matrisleri Tablo 51 ve Tablo 52’de gösterilmiştir.

Tablo 51: İhale Fırsatları Nedeniyle Askeri Birimlere Olan Uzaklık Alt Ölçütü Açısından Alternatif Kuruluş Yerlerine İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi

İhale Fırsatları Nedeniyle Askeri Birimlere Olan Uzaklık açısından	Bakırköy			Kadıköy			Üsküdar			Büyükçekmece		
Bakırköy	1	1	1	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2
Kadıköy	2/7	1/3	2/5	1	1	1	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2
Üsküdar	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	1	1	1	5/2	3	7/2
Büyükçekmece	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	1	1	1

Hesaplamalar sonucu bu matristen elde edilen ağırlık değerleri $W = \{0,684; 0,316; 0; 0\}$ olarak elde edilmiştir.

Tablo 52: Diğer Unlu Mamül Alan Firmalara Uzaklık Alt Ölçütü Açısından Alternatif Kuruluş Yerlerine İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi

Diğer Unlu Mamül Alan Firmalara Uzaklık açısından	Bakırköy			Kadıköy			Üsküdar			Büyükçekmece		
Bakırköy	1	1	1	3/2	2	5/2	3/2	2	5/2	5/2	3	7/2
Kadıköy	2/5	1/2	2/3	1	1	1	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2
Üsküdar	2/5	1/2	2/3	2/7	1/3	2/5	1	1	1	5/2	3	7/2
Büyükçekmece	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	1	1	1

Hesaplamalar sonucu bu matristen elde edilen ağırlık değerleri $W = \{0,468; 0,422; 0,11; 0\}$ olarak elde edilmiştir.

Park yeri imkanları açısından karşılaştırma yapıldığında ise Tablo 53'teki değerlere ulaşılmaktadır.

Tablo 53: Park Yeri İmkanları Alt Ölçütü Açısından Alternatif Kuruluş Yerlerine İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi

Park Yeri İmkanları açısından	Bakırköy			Kadıköy			Üsküdar			Büyükçekmece		
Bakırköy	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kadıköy	1	1	1	1	1	1	2/3	1	3/2	2/3	1	3/2
Üsküdar	1	1	1	2/3	1	3/2	1	1	1	1	1	1
Büyükçekmece	1	1	1	2/3	1	3/2	1	1	1	1	1	1

Hesaplamalar sonucu bu matristen elde edilen ağırlık değerleri $W = \{0,25; 0,25; 0,25; 0,25\}$ olarak elde edilmiştir. Taşıt Yoğunluğu açısından bulanık değerlendirme matrisi Tablo 54'te sunulmuştur.

Tablo 54: Taşıt Yoğunluğu Alt Ölçütü Açısından Alternatif Kuruluş Yerlerine İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi

Taşıt Yoğunluğu açısından	Bakırköy			Kadıköy			Üsküdar			Büyükçekmece		
Bakırköy	1	1	1	1	1	1	2/5	1/2	2/3	2/5	1/2	2/3
Kadıköy	1	1	1	1	1	1	2/3	1	3/2	2/3	1	3/2
Üsküdar	3/2	2	5/2	2/3	1	3/2	1	1	1	1	1	1
Büyükçekmece	3/2	2	5/2	2/3	1	3/2	1	1	1	1	1	1

Hesaplamalar sonucu bu matrizen elde edilen ağırlık değerleri $W = \{0,062; 0,244; 0,347; 0,347\}$ olarak elde edilmiştir.

Alternatif yolların varlığı açısından 4 alternatif kuruluş yeri arasında yapılan ikili karşılaştırmalardan ise Tablo 55'teki matris elde edilmiştir.

Tablo 55: Alternatif Yolların Varlığı Alt Ölçütü Açısından Alternatif Kuruluş Yerlerine İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi

Alternatif Yolların Varlığı açısından	Bakırköy			Kadıköy			Üsküdar			Büyükçekmece		
Bakırköy	1	1	1	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2
Kadıköy	2/7	1/3	2/5	1	1	1	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2
Üsküdar	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	1	1	1	5/2	3	7/2
Büyükçekmece	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	1	1	1

Hesaplamalar sonucu bu matrizen elde edilen ağırlık değerleri $W = \{0,684; 0,316; 0; 0\}$ olarak elde edilmiştir. Tesis özelliklerinden tesisin Toplam alanı ve şekli alt ölçütlerine ilişkin bulanık değerlendirme matrisleri Tablo 56 ve Tablo 57'de sunulmuştur.

Tablo 56: Tesis Alanı Alt Ölçütü Açısından Alternatif Kuruluş Yerlerine İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi

Tesis alanı açısından	Bakırköy			Kadıköy			Üsküdar			Büyükçekmece		
Bakırköy	1	1	1	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2
Kadıköy	2/7	1/3	2/5	1	1	1	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2
Üsküdar	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	1	1	1	5/2	3	7/2
Büyükçekmece	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	1	1	1

Hesaplamalar sonucu bu matrizen elde edilen ağırlık değerleri $W = \{0,684; 0,316; 0; 0\}$ olarak elde edilmiştir.

Tablo 57: Şekil Alt Ölçütü Açısından Alternatif Kuruluş Yerlerine İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi

Şekil açısından	Bakırköy			Kadıköy			Üsküdar			Büyükçekmece		
Bakırköy	1	1	1	3/2	2	5/2	3/2	2	5/2	5/2	3	7/2
Kadıköy	2/5	1/2	2/3	1	1	1	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2
Üsküdar	2/5	1/2	2/3	2/7	1/3	2/5	1	1	1	5/2	3	7/2
Büyükçekmece	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	1	1	1

Hesaplamalar sonucu bu matrizen elde edilen ağırlık değerleri şu şekildedir $W = \{0,468; 0,422; 0,11; 0\}$ olarak elde edilmiştir. Ana caddeye uzaklık alt ölçütüne göre değerlendirme sonuçları Tablo 58'de verilmiştir.

Tablo 58: Ana Caddeye Uzaklık Alt Ölçütü Açısından Alternatif Kuruluş Yerlerine İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi

Ana Caddeye Uzaklık açısından	Bakırköy			Kadıköy			Üsküdar			Büyükcemece		
Bakırköy	1	1	1	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2
Kadıköy	2/7	1/3	2/5	1	1	1	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2
Üsküdar	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	1	1	1	5/2	3	7/2
Büyükcemece	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	1	1	1

Hesaplamalar sonucu bu matrizen elde edilen ağırlık değerleri $W = \{0,684; 0,316; 0; 0\}$ olarak elde edilmiştir. Fiyat alt ölçütünün değerlendirilmesine göre hazırlanmış bulanık değerlendirme matrisi Tablo 59'da hazırlanmıştır.

Tablo 59: Fiyat Alt Ölçütü Açısından Alternatif Kuruluş Yerlerine İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi

Fiyat açısından	Bakırköy			Kadıköy			Üsküdar			Büyükcemece		
Bakırköy	1	1	1	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2
Kadıköy	2/7	1/3	2/5	1	1	1	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2
Üsküdar	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	1	1	1	5/2	3	7/2
Büyükcemece	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	1	1	1

Hesaplamalar sonucu bu matrizen elde edilen ağırlık değerleri $W = \{0,684; 0,316; 0; 0\}$ olarak elde edilmiştir. Talep potansiyeli ana ölçütü içerisinde yer alan yüksek düzeyde talep açısından alternatiflerin karşılaştırılması Tablo 60'ta verilmiştir.

Tablo 60: Yüksek Düzeyde Talep Alt Ölçütü Açısından Alternatif Kuruluş Yerlerine İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi

Yüksek Düzeyde Talep açısından	Bakırköy			Kadıköy			Üsküdar			Büyükcemece		
Bakırköy	1	1	1	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2
Kadıköy	2/7	1/3	2/5	1	1	1	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2
Üsküdar	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	1	1	1	5/2	3	7/2
Büyükcemece	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	1	1	1

Hesaplamalar sonucu bu matristen elde edilen ağırlık değerleri $W = \{0,684; 0,316; 0; 0\}$ olarak elde edilmiştir. Talep potansiyeli ana ölçütü içerisinde yer alan orta ve düşük düzeyde talep açısından alternatiflerin karşılaştırılması sırasıyla Tablo 61 ve Tablo 62'de gösterilmiştir.

Tablo 61: Orta Düzeyde Talep Alt Ölçütü Açısından Alternatif Kuruluş Yerlerine İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi

Orta Düzeyde Talep açısından	Bakırköy			Kadıköy			Üsküdar			Büyükçekmece		
Bakırköy	1	1	1	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2
Kadıköy	2/7	1/3	2/5	1	1	1	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2
Üsküdar	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	1	1	1	5/2	3	7/2
Büyükçekmece	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	1	1	1

Hesaplamalar sonucu bu matristen elde edilen ağırlık değerleri $W = \{0,684; 0,316; 0; 0\}$ olarak elde edilmiştir.

Tablo 62: Düşük Düzeyde Talep Alt Ölçütü Açısından Alternatif Kuruluş Yerlerine İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi

Düşük Düzeyde Talep açısından	Bakırköy			Kadıköy			Üsküdar			Büyükçekmece		
Bakırköy	1	1	1	2/5	1/2	2/3	2/5	1/2	2/3	2/5	1/2	2/3
Kadıköy	3/2	2	5/2	1	1	1	2/5	1/2	2/3	2/5	1/2	2/3
Üsküdar	3/2	2	5/2	3/2	2	5/2	1	1	1	1	1	1
Büyükçekmece	3/2	2	5/2	3/2	2	5/2	1	1	1	1	1	1

Hesaplamalar sonucu bu matristen elde edilen ağırlık değerleri $W = \{0; 0,178; 0,411; 0,411\}$ olarak elde edilmiştir. Rakip firmaların varlığı açısından değerlendirme Tablo 63'te yapılmıştır.

Tablo 63: Rakip Firmaların Varlığı Alt Ölçütü Açısından Alternatif Kuruluş Yerlerine İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi

Rakip firmaların varlığı açısından	Bakırköy			Kadıköy			Üsküdar			Büyükçekmece		
Bakırköy	1	1	1	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2
Kadıköy	2/7	1/3	2/5	1	1	1	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2
Üsküdar	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	1	1	1	5/2	3	7/2
Büyükçekmece	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	1	1	1

Hesaplamalar sonucu bu matristen elde edilen ağırlık değerleri şu şekildedir:
 $W = \{0,684; 0,316; 0; 0\}$

Yakın çevre ortamı ana ölçütü içerisinde yer alan bakım-onarım kolaylıkları ve enerji olanakları açısından bulanık değerlendirme matrisleri sırasıyla Tablo 64 ve Tablo 65'te gösterilmiştir.

Tablo 64: Bakım-Onarım Kolaylıkları Alt Ölçütü Açısından Alternatif Kuruluş Yerlerine İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi

Bakım-Onarım Kolaylıkları açısından	Bakırköy			Kadıköy			Üsküdar			Büyükkçekmece		
Bakırköy	1	1	1	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2
Kadıköy	2/7	1/3	2/5	1	1	1	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2
Üsküdar	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	1	1	1	5/2	3	7/2
Büyükkçekmece	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	1	1	1

Hesaplamalar sonucu bu matristen elde edilen ağırlık değerleri $W = \{0,684; 0,316; 0; 0\}$ şeklindedir.

Tablo 65: Enerji Olanakları Alt Ölçütü Açısından Alternatif Kuruluş Yerlerine İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi

Enerji Olanakları açısından	Bakırköy			Kadıköy			Üsküdar			Büyükkçekmece		
Bakırköy	1	1	1	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2
Kadıköy	2/7	1/3	2/5	1	1	1	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2
Üsküdar	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	1	1	1	5/2	3	7/2
Büyükkçekmece	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	1	1	1

Hesaplamalar sonucu bu matristen elde edilen ağırlık değerleri $W = \{0,684; 0,316; 0; 0\}$ olarak elde edilmiştir. Yakın çevre ortamı ana ölçütü içerisinde yer alan ve son alt ölçüt olan Tamamlayıcı ürün sunan firmaların varlığı açısından bulanık değerlendirme matrisi Tablo 66'da gösterilmiştir.

Tablo 66: Tamamlayıcı Ürün Sunan Firmaların Varlığı Açısından Alternatif Kuruluş Yerlerine İlişkin Bulanık Değerlendirme Matrisi

Tamamlayıcı Ürün Sunan Firmaların Varlığı açısından	Bakırköy			Kadıköy			Üsküdar			Büyükçekmece		
Bakırköy	1	1	1	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2
Kadıköy	2/7	1/3	2/5	1	1	1	5/2	3	7/2	5/2	3	7/2
Üsküdar	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	1	1	1	5/2	3	7/2
Büyükçekmece	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	2/7	1/3	2/5	1	1	1

Hesaplamalar sonucu bu matristen elde edilen ağırlık değerleri $W = \{0,684; 0,316; 0; 0\}$ olarak elde edilmiştir.

Bu aşamaya kadar yapılan hesaplamalardan çıkan değerler sonuç bölümünde ana ve alt ölçütlerin önem düzeyleri şeklinde özetlenmiştir. Alt ölçütlerin yerel ve genel önem düzeyleri ile alternatiflerin genel önem düzeyleri Bölüm 3.6.'da sunulmuştur. Bu noktada yöntemin farklılığını ortaya koymak amacıyla Klasik mantıkta ASS hesaplamaları yapılarak sonuç bölümünde klasik ve bulanık ASS değerleri karşılaştırılmıştır.

3.4. Klasik ASS Yöntemine Göre Hesaplamalar

İlk olarak gıda sektörüne yönelik yasal düzenleme durumlarından teşviklerin yapılması kontrol ölçütüne göre zaman süreçlerini karşılaştırmasından elde edilen sonuçlar Tablo 67'de sunulmuştur.

Tablo 67: Gıda Sektörüne Yönelik Yasal Düzenleme Durumlarından Teşviklerin Yapılması Kontrol Ölçütüne Göre Zaman Süreçleri Açısından İkili Karşılaştırma Matrisi ve Önem Düzeyleri

Teşviklerin yapılması açısından	Kısa vade (k)	Orta vade (o)	Uzun vade (u)	Önem Düzeyleri
Kısa vade (k)	1	1/3	1/4	0,139
Orta vade (o)	3	1	1/4	0,258
Uzun vade (u)	4	4	1	0,603

Aynı hesaplamalar Bulanık AHS yöntemine göre yapıldığında şu sonuçlara ulaşılmıştı. $W = \{0; 0; 1\}$

Gıda sektörüne yönelik yasal düzenleme durumlarından teşviklerin yapılması kontrol ölçütüne göre zaman süreçlerini karşılaştırmasının ardından gıda sektörüne yönelik yasal düzenleme durumlarından herhangi bir değişikliğin olmaması kontrol ölçütüne göre zaman süreçlerini karşılaştırması yapılmıştır. Bu karşılaştırmanın sonuçları Tablo 68'dedir.

Tablo 68: Gıda Sektörüne Yönelik Yasal Düzenleme Durumlarından Herhangi Bir Değişikliğin Olmaması Kontrol Ölçütüne Göre Zaman Süreçleri Açısından İkili Karşılaştırma Matrisi ve Önem Düzeyleri

Herhangi bir değişikliğin olmaması açısından	Kısa vade (k)	Orta vade (o)	Uzun vade (u)	Önem Düzeyleri
Kısa vade (k)	1	1	1	0,333
Orta vade (o)	1	1	1	0,333
Uzun vade (u)	1	1	1	0,333

Bulanık mantıkta hesaplamalar yapıldığında bulunan değerler ise $W = \{0,333; 0,333; 0,333\}$ olarak ortaya çıkmaktadır.

Gıda sektörüne yönelik yasal düzenleme durumlarından sonuncusu ise sektöre yönelik çeşitli kısıtlamaların getirilmesi durumudur. Sektöre yönelik çeşitli kısıtlamaların getirilmesi kontrol ölçütüne göre zaman süreçlerini karşılaştırmasından elde edilen sonuçlar Tablo 69'da sunulmuştur.

Tablo 69: Gıda Sektörüne Yönelik Yasal Düzenleme Durumlarından Sektöre Yönelik Çeşitli Kısıtlamaların Getirilmesi Kontrol Ölçütüne Göre Zaman Süreçleri Açısından İkili Karşılaştırma Matrisi ve Önem Düzeyleri

Çeşitli Kısıtlamaların Getirilmesi açısından	Kısa vade (k)	Orta vade (o)	Uzun vade (u)	Önem Düzeyleri
Kısa vade (k)	1	1/3	1/4	0,120
Orta vade (o)	3	1	1/3	0,272
Uzun vade (u)	4	3	1	0,608

Bulanık mantıkta hesaplamalar yapıldığında bulunan değerler ise $W = \{0; 0,17; 0,83\}$ şeklindedir. Tablolarda hesaplanan önem düzeyleri incelendiğinde, bazı değerlerin sıfır olduğu görülmektedir. Bu durum Bulanık AHS ve Bulanık ASS yöntemleri açısından karşılaşılabilecek doğal bir sonuçtur. Aynı hiyerarşi yapısında, ölçütler deterministik değerlerle ve klasik yaklaşımlar ile çözülsedydi sıfır çıkmayacak ancak sıfıra çok yakın, önemsenmeyen ölçütler olarak değerlendirilecekti. Bulanık

yaklaşımın, AHS ve ASS'deki subjektif değerlendirmelerdeki yanılgıları göz önüne almasının yanında başka bir avantajı da bu noktada ortaya çıkmaktadır. Herhangi bir hiyerarşi düzeyinde yapılan ikili karşılaştırmalar sırasında, grubunun içinde tüm ölçütlere göre önemsiz kalan ölçüt veya ölçütler sıfır çıkarken, asıl üzerinde durulması ve göz önüne alınması gereken ölçütün/ölçütlerin önem düzeyi artarak karar verme sürecinin başarısına olumlu katkı sağlamaktadır. Yukarıda verilen Tablo 69'da böyle bir karşılaştırma sunulmaktadır. Bulanık AHS ile hesaplanan önem düzeyleri (0, 0.17, 0.83) olarak bulunurken, klasik AHS ile hesaplanan değerler (0.12, 0.27, 0.608) şeklinde elde edilmiştir. Görüldüğü üzere sıralama değişmemekle birlikte bulanıklığın verdiği sapma miktarı da eklendiğinde aslında ilk ölçütün göz önüne alınmayacak kadar az öneme sahip olduğunu ve üçüncü ölçütün de asıl gözetilmesi gereken ölçüt ya da seçenek olduğunu vurgulamaktadır.

Bu karşılaştırma matrisleri Bulanık ASS yöntemindeki gibi süpermatrisin parçalarını oluşturana kadar devam ettirilir. Bu karşılaştırma matrislerinden elde edilen değerler ağırlıksız süpermatris yapısını oluşturmuştur. Tablo 70'te ağırlıksız süpermatris yapısı sunulmuştur.

Süpermatris içerisinde ana faktörlerden gıda sektörüne yönelik yasal düzenlemeler ve zaman sürecine etki eden faktörler birden fazla olduğundan bu faktörler içinde ikili karşılaştırma yaparak ağırlıklar belirlenmelidir. Bu ağırlıklar ile süpermatrisin ilgili kısımları çarpılarak ağırlıklı süpermatris elde edilir. Bu işlemler sonucu elde edilen süpermatris yapısı ise Tablo 71'de verilmiştir.

Tablo 70: ASS Ağırlıksız Süpermatris Yapısı

		Zaman süreci			Gıda sektörüne yönelik yasal düzenlemeler			Ana ölçütler				
		Kısa vade	Orta vade	Uzun vade	Teşviklerin yapılması	Herhangi bir değişikliğin olmaması	Çeşitli kısıtlamaların getirilmesi	Mesafe	Trafik sıkışıklığı	Talep potansiyeli	Tesis özellikleri	Yakın çevre ortamı
Zaman süreci	Kısa vade	0	0	0	0,139	0,333	0,120	0	0	0	0	0
	Orta vade	0	0	0	0,258	0,333	0,272	0	0	0	0	0
	Uzun vade	0	0	0	0,603	0,333	0,608	0	0	0	0	0
Gıda sektörüne yönelik yasal düzenlemeler	Teşviklerin yapılması	0,512	0,620	0,620	0	0	0	0	0	0	0	0
	Herhangi bir değişikliğin olmaması	0,360	0,224	0,224	0	0	0	0	0	0	0	0
	Çeşitli kısıtlamaların getirilmesi	0,128	0,156	0,156	0	0	0	0	0	0	0	0
Ana ölçütler	Mesafe	0,167	0,198	0,221	0,289	0,177	0,431	0,228	0,117	0,101	0,101	0,101
	Trafik sıkışıklığı	0,051	0,044	0,040	0,071	0,371	0,251	0,043	0,055	0,055	0,055	0,055
	Talep potansiyeli	0,340	0,322	0,310	0,318	0,224	0,162	0,313	0,422	0,431	0,431	0,431
	Tesis özellikleri	0,266	0,262	0,259	0,198	0,143	0,101	0,270	0,247	0,251	0,251	0,251
	Yakın çevre ortamı	0,176	0,173	0,170	0,124	0,085	0,054	0,146	0,159	0,162	0,162	0,162

Tablo 71: ASS Ağırlıklı Süpermatris Yapısı

		Zaman süreci			Gıda sektörüne yönelik yasal düzenlemeler			Ana ölçütler				
		Kısa vade	Orta vade	Uzun vade	Teşviklerin yapılması	Herhangi bir değişikliğin olmaması	Çeşitli kısıtlamaların getirilmesi	Mesafe	Trafik sıklığı	Talep potansiyeli	Tesis özellikleri	Yakın çevre ortamı
Zaman süreci	Kısa vade	0,0000	0,0000	0,0000	0,0695	0,1665	0,0600	0	0	0	0	0
	Orta vade	0,0000	0,0000	0,0000	0,1290	0,1665	0,1360	0	0	0	0	0
	Uzun vade	0,0000	0,0000	0,0000	0,3015	0,1665	0,3040	0	0	0	0	0
Gıda sektörüne yönelik yasal düzenlemeler	Teşviklerin yapılması	0,2560	0,3100	0,3100	0,0000	0,0000	0,0000	0	0	0	0	0
	Herhangi bir değişikliğin olmaması	0,1800	0,1120	0,1120	0,0000	0,0000	0,0000	0	0	0	0	0
	Çeşitli kısıtlamaların getirilmesi	0,0640	0,0780	0,0780	0,0000	0,0000	0,0000	0	0	0	0	0
Ana ölçütler	Mesafe	0,0830	0,0990	0,1105	0,1445	0,0885	0,2155	0,228	0,117	0,101	0,101	0,101
	Trafik sıklığı	0,0260	0,0220	0,0200	0,0355	0,1855	0,1255	0,043	0,055	0,055	0,055	0,055
	Talep potansiyeli	0,1700	0,1610	0,1550	0,1590	0,1120	0,0810	0,313	0,422	0,431	0,431	0,431
	Tesis özellikleri	0,1330	0,1310	0,1295	0,0990	0,0715	0,0510	0,270	0,247	0,251	0,251	0,251
	Yakın çevre ortamı	0,0880	0,0870	0,0850	0,0620	0,0430	0,0270	0,146	0,159	0,162	0,162	0,162

Tablo 72: ASS Kararlı Yapı

		Zaman süreci			Gıda sektörüne yönelik yasal düzenlemeler			Ana ölçütler				
		Kısa vade	Orta vade	Uzun vade	Teşviklerin yapılması	Herhangi bir değişikliğin olmaması	Çeşitli kısıtlamaların getirilmesi	Mesafe	Trafik sıkışıklığı	Talep potansiyeli	Tesis özellikleri	Yakın çevre ortamı
Zaman süreci	Kısa vade	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Orta vade	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Uzun vade	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Gıda sektörüne yönelik yasal düzenlemeler	Teşviklerin yapılması	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Herhangi bir değişikliğin olmaması	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Çeşitli kısıtlamaların getirilmesi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ana ölçütler	Mesafe	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117	0,117
	Trafik sıkışıklığı	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054	0,054
	Talep potansiyeli	0,417	0,417	0,417	0,417	0,417	0,417	0,417	0,417	0,417	0,417	0,417
	Tesis özellikleri	0,253	0,253	0,253	0,253	0,253	0,253	0,253	0,253	0,253	0,253	0,253
	Yakın çevre ortamı	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160	0,160

Bu süpermatrisin matris çarpımı alınarak sistem kararlı hale getirilmektedir. Bu işlem ardarda tekrarlandığında belli bir limit noktasında aynı sıradaki tüm değerler aynı hale gelmekte ve sistemin kararlı olduğu sonucuna varılmaktadır. Sistemin kararlı yapısı Tablo 72'de verilmiştir.

Bundan sonraki aşamada alt ölçütlerin bağlı bulunduğu ana ölçütlere göre karşılaştırılması yapılacaktır. Bunun için ilk olarak mesafe ana ölçütüne ilişkin alt ölçütlerin ikili karşılaştırmaları yapılmış ve elde edilen değerlerden Tablo 73'teki İkili Karşılaştırma Matrisi ve Önem Düzeyleri hazırlanmıştır.

Tablo 73: Mesafe Ana Ölçütü Açısından Alt Ölçütlere İlişkin İkili Karşılaştırma Matrisi ve Önem Düzeyleri

Mesafe açısından	Büfelere olan uzaklık	Lokantalara olan uzaklık	İhale fırsatları nedeniyle askeri birimlere olan uzaklık	Diğer unlu mamül alan firmalara uzaklık	Önem düzeyleri
Büfelere olan uzaklık	1	5	4	4	0,533
Lokantalara olan uzaklık	1/5	1	1/4	3	0,127
İhale fırsatları nedeniyle askeri birimlere olan uzaklık	1/4	4	1	4	0,262
Diğer unlu mamül alan firmalara uzaklık	1/4	1/3	1/4	1	0,077

Aynı hesaplamalar Bulanık AHS yöntemine göre yapıldığında $W = \{0,78; 0; 0,22; 0\}$ sonuçlarına ulaşılmıştır.

Zaman ve yasal düzenlemeler ile karşılıklı ilişki içinde bulunan ana ölçütler ile bunların alt ölçütlerinin ağırlıkları bulunduktan sonra her bir alt ölçüt açısından alternatif kuruluş yerlerinin karşılaştırılması gerekmektedir. İlk olarak büfelere olan uzaklık açısından dört alternatif kuruluş yerinin karşılaştırması yapılmıştır. Bu karşılaştırma verilerine göre oluşturulan İkili Karşılaştırma Matrisi ve Önem Düzeyleri Tablo 74'te gösterilmiştir.

Tablo 74: Büfelere Olan Uzaklık Alt Ölçütü Açısından Alternatif Kuruluş Yerlerine İlişkin İkili Karşılaştırma Matrisi ve Önem Düzeyleri

Büfelere Olan Uzaklık açısından	Bakırköy	Kadıköy	Üsküdar	Büyükçekmece	Önem düzeyleri
Bakırköy	1	4	4	4	0,510
Kadıköy	1/4	1	4	4	0,266
Üsküdar	1/4	1/4	1	4	0,151
Büyükçekmece	1/4	1/4	1/4	1	0,073

Aynı hesaplamalar Bulanık AHS yöntemine göre yapıldığında şu sonuçlara ulaşılmıştır: $W = \{0,684; 0,316; 0; 0\}$

Büfelere olan uzaklık açısından 4 alternatif kuruluş yerinin karşılaştırmasının ardından diğer alt ölçütler açısından da ikili karşılaştırma matrisleri hazırlanır.

Bu noktaya kadar gerek Klasik ASS gerekse Bulanık ASS ile ilgili yapılan hesaplamalarda karşılıklı etkileşimleri de göz önüne alan yapıya uygun olarak ana ölçütlerin önem düzeyleri belirlenmiş, alt ölçütlerin bağlı oldukları ana ölçüte göre önem düzeyleri saptanmış ve son olarak her bir alternatifin her bir alt ölçüte göre önem düzeyleri belirlenmiştir. Bundan sonraki kısımda ana ve alt ölçütlerin her iki yönüne göre de önem düzeyleri verilmekte ve alt ölçütlerin önem düzeyleri bağlı oldukları ana ölçütün önem düzeyi ile çarpılarak ağırlıklı önem düzeyleri bulunmaktadır. Bunun ardından, her alt ölçüte göre alternatiflerin önem düzeyleri bir önceki aşamada elde edilen ağırlıklı önem düzeyleri ile çarpılarak alternatiflerin ağırlıklı önem düzeyleri bulunmaktadır. Uygulama ile ilgili sayısal sonuçlar ve yorumlar Bölüm 3.6.'da verilmektedir.

3.5. Bulanık ASS'nin Öznel ve Rasgele Karar Süreci Olarak Ele Alınması: Monte Carlo Simülasyonu ile Bir Analiz Çalışması

Klasik ASS ile Bulanık ASS'nin karşılaştırmalı analizinin ardından, Bulanık ASS modelinin rasgele değerlendirme değerleri ile çalıştırılması gerçekleştirilmiştir. Bunun amacı, konusunda deneyimli üst düzey yönetici grubunun değerlendirmesi ile elde edilen karar ile kurgusal olarak oluşturulan rasgele bir grubun verilerinden

oluşan kararın karşılaştırılmasıdır. Böylece modelin uzman görüşünü yansıtan bir fark yaratıp yaratmadığı ortaya konmuştur.

Tesis yeri seçimi modelinde süpermatrisin parçalarını oluşturan değerlendirme matrisleri için 128'er ve süpermatrisin kararlı yapıya dönüştürülmesi ile elde edilen ana ölçüt ağırlıklarının ardından alt ölçüt ve alternatiflerin alt ölçütlere göre ağırlıklarının bulunması için oluşturulan bulanık değerlendirme matrisleri için 132'şer olmak üzere toplam 260 değerden oluşan 10 farklı veri seti Monte Carlo simülasyon modelinde hesaplanmak üzere uniform dağılıma göre Microsoft Excel programında türetilmiştir.

Uniform dağılışı gösteren rasgele sayılar üretmek amacıyla MS Excel programında =randbetween(1,9) fonksiyonu kullanılarak her bir karşılaştırma için 1-9 arasında kesikli bir veri türetilmiş ve bu verilere karşılık gelen bulanık değerler modele girdi olarak alınmıştır. Bu dönüşüm işlemi için veriler MS Excel programında toplanarak, yazılan MS-Excel Visual Basic for Applications programında kullanılacak verilere dönüşüm işlemi yapılmıştır. Bunun için kullanılan fonksiyona örnek aşağıda verilmiştir. S118, Excel çalışma sayfasında referans olarak alınan hücre olsun:

=IF(S118=1;1/4;IF(S118=2;1/3;IF(S118=3;1/2;IF(S118=4;2/3;IF(S118=5;1;IF(S118=6;2/3;IF(S118=7;2;IF(S118=8;3;4))))))))))

Buna göre kural yapısı şu şekilde oluşur.

Kural yapısı:

- Eğer türetilen kesikli değer 1 ise sağdaki hücre 1/4 olsun.
- Eğer türetilen kesikli değer 2 ise sağdaki hücre 1/3 olsun.
- Eğer türetilen kesikli değer 3 ise sağdaki hücre 1/2 olsun.
- Eğer türetilen kesikli değer 4 ise sağdaki hücre 2/3 olsun.
- Eğer türetilen kesikli değer 5 ise sağdaki hücre 1 olsun.
- Eğer türetilen kesikli değer 6 ise sağdaki hücre 2/3 olsun.
- Eğer türetilen kesikli değer 7 ise sağdaki hücre 2 olsun.
- Eğer türetilen kesikli değer 8 ise sağdaki hücre 3 olsun.
- Eğer türetilen kesikli değer 9 ise sağdaki hücre 4 olsun.

Burada karşılık olarak yazılan tek bir değer bulunmaktadır. Bu değer her ikili karşılaştırma ifadesine karşılık gelen üçlü bulanık sayı için seçilen değerdir. Bu değer MS Excel Visual Basic programında karşılık gelen üçlü bulanık sayıların sisteme tek tek girilmesini önlemek için tasarlanmıştır. Örnek vermek gerekirse; 3 ölçütün karşılaştırıldığı bir bulanık değerlendirme matrisinde her bir karşılaştırma için üç sayı girilecektir. 3*3 bir matris için toplam 9 hücre ve her karşılaştırmada üçlü bulanık sayılar bulunduğu için önem düzeylerini tespit edilebilmesi için 9*3 toplam 27 sayının hesaplamalar için kullanılması gerekmektedir. Yazılan Bulanık hesaplama programı ile sisteme 3 ölçütlü bir değerlendirme matrisi için sadece üst köşegen değerlerine karşılık gelen sayılar girilmekte, program diğer değerleri bu girilen sayılara dayanarak hesaplamalar için ilgili sütunlara atamaktadır. Buna göre 3 ölçütlü matristeki 27 değer yerine 3 veri girilerek önem düzeyleri otomatik olarak hesaplanmaktadır. 4 ölçütün karşılaştırıldığı bir matris bulunsaydı $4*4*3=64$ veri girmek yerine üst köşegen için 1er veri olmak üzere toplam 6 veri girilmektedir.

Bu uygulama kapsamında karar verici süpermatrisin parçalarını oluşturabilmek için 128 ve süpermatris işlemlerinin ardından alt ölçütler ile alternatiflerin değerlendirilmesi için de 132 olmak üzere toplam 260 farklı ikili karşılaştırma yapmıştır. Girdi simülasyonunda da bu 260 ikili karşılaştırma işlemine karşılık gelmek üzere süpermatris parçaları için 128'er ve süpermatris işlemlerinin ardından alt ölçütler ile alternatiflerin değerlendirilmesi için de 132'şer olmak üzere 10 farklı veri grubu oluşturulmuş. Buna göre Monte Carlo simülasyonu işlemlerinde toplam 2600 adet veri yaratılarak 10 farklı karşılaştırma yapılmıştır. Tablo 75 süpermatrisin parçalarını oluşturan 128'lik veri grubuna ilişkin örnek veri setini; Tablo 76 ise süpermatris işlemlerinin ardından alt ölçütler ile alternatiflerin değerlendirilmesi için de kullanılan 132'lik veri grubuna ilişkin örnek veri setini sunmaktadır. Tablo 75 ve 76'daki simülasyon sütunundaki değerler uniform dağılışa uygun olarak türetilen rasgele sayıları karşılık sütunundaki değerler ise MS Excel Visual Basic programında karşılaştırmadaki üçgen bulanık sayılara atanan değerini göstermektedir.

Tablo 75: Süpermatrisin Parçalarını Oluşturan 128'lik Veri Seti Örneği

SİMÜLASYON	PROGRAMDAKI BULANIK SAYI KARŞILIĞI	SİMÜLASYON	PROGRAMDAKI BULANIK SAYI KARŞILIĞI	SİMÜLASYON	PROGRAMDAKI BULANIK SAYI KARŞILIĞI	SİMÜLASYON	PROGRAMDAKI BULANIK SAYI KARŞILIĞI	SİMÜLASYON	PROGRAMDAKI BULANIK SAYI KARŞILIĞI
3	0,5	1	0,25	6	0,666667	9	4	5	1
4	0,666667	3	0,5	6	0,666667	2	0,333333	4	0,666667
3	0,5	7	2	9	4	6	0,666667	2	0,333333
		4	0,666667	9	4	9	4	9	4
1	0,25	7	2	6	0,666667	3	0,5	4	0,666667
2	0,333333	6	0,666667	9	4	4	0,666667	5	1
2	0,333333	2	0,333333	1	0,25	7	2	6	0,666667
		8	3	3	0,5	3	0,5	8	3
9	4	7	2	3	0,5	9	4	9	4
5	1	2	0,333333	5	1	8	3	4	0,666667
8	3								
		9	4	5	1	6	0,666667		
8	3	8	3	6	0,666667	6	0,666667		
2	0,333333	6	0,666667	4	0,666667	1	0,25		
8	3	5	1	3	0,5	9	4		
		4	0,666667	3	0,5	1	0,25		
9	4	1	0,25	2	0,333333	3	0,5		
2	0,333333	3	0,5	1	0,25	2	0,333333		
5	1	9	4	4	0,666667	6	0,666667		
		8	3	4	0,666667	3	0,5		
5	1	3	0,5	1	0,25	5	1		
3	0,5								
2	0,333333	5	1	9	4	4	0,666667		
		9	4	6	0,666667	7	2		
2	0,333333	5	1	6	0,666667	9	4		
9	4	3	0,5	9	4	1	0,25		
8	3	7	2	2	0,333333	3	0,5		
8	3	9	4	7	2	4	0,666667		
9	4	6	0,666667	3	0,5	5	1		
8	3	5	1	9	4	7	2		
7	2	5	1	9	4	3	0,5		
7	2	3	0,5	4	0,666667	7	2		
3	0,5								
5	1								

Tablo 76: Alt Ölçüt Ve Alternatiflerin Ağırlıklarını Belirlenmesinde Kullanılan 132'lik Veri Seti Örneği

SİMÜLASYON	PROGRAMDAKI BULANIK SAYI KARŞILIĞI	SİMÜLASYON	PROGRAMDAKI BULANIK SAYI KARŞILIĞI	SİMÜLASYON	PROGRAMDAKI BULANIK SAYI KARŞILIĞI	SİMÜLASYON	PROGRAMDAKI BULANIK SAYI KARŞILIĞI	SİMÜLASYON	PROGRAMDAKI BULANIK SAYI KARŞILIĞI	SİMÜLASYON	PROGRAMDAKI BULANIK SAYI KARŞILIĞI
2	0,333333	7	2	2	0,333333	9	4	9	4	3	0,5
3	0,5	2	0,333333	5	1	8	3	1	0,25	6	0,666667
3	0,5	5	1	1	0,25	7	2	3	0,5	5	1
8	3	2	0,333333	8	3	6	0,666667	7	2	1	0,25
3	0,5	6	0,666667	3	0,5	6	0,666667	1	0,25	6	0,666667
5	1	7	2	2	0,333333	5	1	5	1	9	4
5	1	8	3	5	1	5	1	9	4	8	3
4	0,666667	8	3	1	0,25	8	3	6	0,666667	7	2
2	0,333333	8	3	2	0,333333	8	3	3	0,5	1	0,25
		7	2	7	2	5	1	4	0,666667	2	0,333333
7	2	5	1	7	2	5	1	5	1	7	2
6	0,666667	1	0,25	6	0,666667	3	0,5	9	4	6	0,666667
4	0,666667										
3	0,5	1	0,25	4	0,666667	6	0,666667	6	0,666667		
3	0,5	9	4	8	3	2	0,333333	8	3		
6	0,666667	9	4	1	0,25	6	0,666667	9	4		
		5	1	9	4	7	2	5	1		
9	4	6	0,666667	4	0,666667	8	3	7	2		
3	0,5	7	2	7	2	2	0,333333	5	1		
1	0,25										
		1	0,25	7	2	2	0,333333	7	2		
9	4	9	4	3	0,5	9	4	2	0,333333		
2	0,333333	4	0,666667	8	3	2	0,333333	3	0,5		
7	2	5	1	7	2	3	0,5	7	2		
2	0,333333	7	2	6	0,666667	8	3	4	0,666667		
1	0,25	6	0,666667	7	2	8	3	1	0,25		
2	0,333333										

128'er veriden oluşan ilk kısım süpermatrisin parçalarını oluşturacak bulanık değerlendirme matrislerine veri olmuştur. Dönüşüm işlemi yapılan veriler Visual Basic'te hesaplamaya sokularak ağırlıksız süpermatris yapısının parçalarını oluşturmuştur. Buna ilişkin örnek ağırlıksız süpermatris Tablo 77'de, ağırlıklı süpermatris Tablo 78'de ve kararlı yapı Tablo 79'da sunulmuştur.

Tablo 75'teki ilk sütunda yer alan ilk üç veri sırasıyla 3,4,3'tür. Bu verilere karşılık gelen 0,5; 0,667; 0,5 değerleri MS Excel Visual Basic programında karşılaştırmadaki üçgen bulanık sayılara atanan değerleri göstermektedir. Bu karşılaştırma değerleri kullanılarak yapılan bulanık işlemler sonucunda gıda sektörüne yönelik yasal düzenlemeler kısmında teşviklerin yapılması sütunundaki ilk üç satırda yer alan önem düzeyleri olan 0,204; 0,363; 0,434 değerlerini vermektedir.

Tablo 77: 1. Veri Seti Ağırlıksız Süpermatris Yapısı

		Zaman süreci			Gıda sektörüne yönelik yasal düzenlemeler			Ana ölçütler				
		Kısa vade	Orta vade	Uzun vade	Teşviklerin yapılması	Herhangi bir değişikliğin olmaması	Çeşitli kısıtlamaların getirilmesi	Mesafe	Trafik sıkışıklığı	Talep potansiyeli	Tesis özellikleri	Yakın çevre ortamı
Zaman süreci	Kısa vade	0	0	0	0,204	0,000	0,916	0	0	0	0	0
	Orta vade	0	0	0	0,363	0,307	0,084	0	0	0	0	0
	Uzun vade	0	0	0	0,434	0,693	0,000	0	0	0	0	0
Gıda sektörüne yönelik yasal düzenlemeler	Teşviklerin yapılması	0,333	0,547	0,000	0	0	0	0	0	0	0	0
	Herhangi bir değişikliğin olmaması	0,333	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0	0	0
	Çeşitli kısıtlamaların getirilmesi	0,333	0,453	1,000	0	0	0	0	0	0	0	0
Ana ölçütler	Mesafe	0,380	0,000	0,404	0,332	0,212	0,000	0,455	0,460	0,235	0,070	0,340
	Trafik sıkışıklığı	0,620	0,614	0,235	0,168	0,234	0,000	0,130	0,000	0,000	0,400	0,145
	Talep potansiyeli	0,000	0,142	0,059	0,307	0,159	0,000	0,357	0,377	0,213	0,000	0,515
	Tesis özellikleri	0,000	0,000	0,242	0,000	0,000	0,376	0,058	0,163	0,283	0,510	0,000
	Yakın çevre ortamı	0,000	0,244	0,059	0,194	0,395	0,624	0,000	0,000	0,270	0,021	0,000

Tablo 78: 1. Veri Seti Ağırlıklı Süpermatris Yapısı

		Zaman süreci			Gıda sektörüne yönelik yasal düzenlemeler			Ana ölçütler				
		Kısa vade	Orta vade	Uzun vade	Teşviklerin yapılması	Herhangi bir değişikliğin olmaması	Çeşitli kısıtlamaların getirilmesi	Mesafe	Trafik sıklığı	Talep potansiyeli	Tesis özellikleri	Yakın çevre ortamı
Zaman süreci	Kısa vade	0,000	0,000	0,000	0,102	0,000	0,458	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Orta vade	0,000	0,000	0,000	0,181	0,153	0,042	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Uzun vade	0,000	0,000	0,000	0,217	0,346	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Gıda sektörüne yönelik yasal düzenlemeler	Teşviklerin yapılması	0,167	0,274	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Herhangi bir değişikliğin olmaması	0,167	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Çeşitli kısıtlamaların getirilmesi	0,167	0,227	0,500	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ana ölçütler	Mesafe	0,190	0,000	0,202	0,166	0,106	0,000	0,455	0,460	0,235	0,070	0,340
	Trafik sıklığı	0,309	0,306	0,118	0,084	0,117	0,000	0,130	0,000	0,000	0,400	0,145
	Talep potansiyeli	0,000	0,071	0,029	0,153	0,080	0,000	0,357	0,377	0,213	0,000	0,515
	Tesis özellikleri	0,000	0,000	0,121	0,000	0,000	0,188	0,058	0,163	0,283	0,509	0,000
	Yakın çevre ortamı	0,000	0,122	0,030	0,097	0,198	0,312	0,000	0,000	0,269	0,021	0,000

Tablo 79: 1. Veri Seti Kararlı Yapı

		Zaman süreci			Gıda sektörüne yönelik yasal düzenlemeler			Ana ölçütler				
		Kısa vade	Orta vade	Uzun vade	Teşviklerin yapılması	Herhangi bir değişikliğin olmaması	Çeşitli kısıtlamaların getirilmesi	Mesafe	Trafik sıkışıklığı	Talep potansiyeli	Tesis özellikleri	Yakın çevre ortamı
Zaman süreci	Kısa vade	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Orta vade	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Uzun vade	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Gıda sektörüne yönelik yasal düzenlemeler	Teşviklerin yapılması	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Herhangi bir değişikliğin olmaması	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Çeşitli kısıtlamaların getirilmesi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Ana ölçütler	Mesafe	0,304	0,304	0,304	0,304	0,304	0,304	0,304	0,304	0,304	0,304	0,304
	Trafik sıkışıklığı	0,142	0,142	0,142	0,142	0,142	0,142	0,142	0,142	0,142	0,142	0,142
	Talep potansiyeli	0,253	0,253	0,253	0,253	0,253	0,253	0,253	0,253	0,253	0,253	0,253
	Tesis özellikleri	0,229	0,229	0,229	0,229	0,229	0,229	0,229	0,229	0,229	0,229	0,229
	Yakın çevre ortamı	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073	0,073

Kararlı yapıda yer alan zaman süreci ve gıda sektörüne yönelik yasal düzenlemeler satır değerleri 0 olduğu için ana ölçüt değerleri doğrudan kullanılabilir. Eğer zaman süreci ve gıda sektörüne yönelik yasal düzenlemeler satır değerleri 0'dan farklı bir değere sahip olsaydı, ana ölçüt ağırlıklarının toplamı 1 olmayacaktı. Bu durumda ana ölçüt toplam ağırlıkları içindeki payları hesaplanarak normalizasyon işlemi yapılır. Bu işlemler 10 farklı veri grubu için tekrarlanarak ana ölçüt ağırlıkları elde edilmiştir. Ana ölçüt ağırlıkları Tablo 80'de sunulmuştur. Tablo 80'de ana ölçüt ağırlıklarına ilişkin ilk satırdaki değerler Tablo 79'daki ana ölçüt ağırlıklarıdır.

Tablo 80: Simülasyon Ana Ölçüt Ağırlıkları

Ana ölçütler	Mesafe	Trafik sıkışıklığı	Talep potansiyeli	Tesis özellikleri	Yakın çevre ortamı
1	0,304	0,141	0,253	0,229	0,073
2	0,341	0,185	0,070	0,196	0,208
3	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000
4	0,302	0,104	0,182	0,305	0,106
5	0,227	0,216	0,167	0,184	0,206
6	0,149	0,241	0,247	0,154	0,208
7	0,157	0,244	0,155	0,181	0,263
8	0,206	0,135	0,333	0,096	0,229
9	0,159	0,225	0,227	0,278	0,111
10	0,093	0,169	0,149	0,049	0,539
Ortalama	0,194	0,166	0,278	0,167	0,194

Ana ölçüt ağırlıklarının tespit edilmesinin ardından alt ölçüt ağırlıkları ve alt ölçütlere göre alternatiflerin önem düzeyleri bulunmuştur. Alt ölçütlerin kendi ana ölçütü altındaki yerel ağırlıkları Tablo 81'de verilmiştir. Tablo 76'daki ilk sütunda yer alan ilk altı veri sırasıyla 2, 3, 3, 8, 3, 5'tir. Bu verilere karşılık gelen 0,333; 0,5; 0,5; 3; 0,5; 1 değerleri MS Excel Visual Basic programında karşılaştırmadaki üçgen bulanık sayılara atanan değerini göstermektedir. Bu karşılaştırma değerleri kullanılarak yapılan bulanık işlemler sonucunda Tablo 81'de mesafe ana ölçütü açısından büfelere olan uzaklık, lokantalara olan uzaklık, İhale fırsatları nedeniyle askeri birimlere olan uzaklık ve Diğer unlu mamul alan firmalara uzaklık alt ölçütlerinin yerel ağırlıkları olan 0,231; 0,253; 0,355; 0,162 değerleri bulunmaktadır.

Bu alt ölçüt yerel ağırlıklarının bağlı oldukları ana ölçüt önem düzeyi ile çarpımı sonucu elde edilen alt ölçüt genel ağırlık değerleri Tablo 82'de sunulmuştur.

Örnek vermek gerekirse, Tablo 82'deki ilk veri grubunda yer alan mesafe ana ölçütü altında yer alan büfelere olan uzaklık alt ölçütünün genel ağırlık düzeyinin bulunması için Tablo 80'deki mesafe ana ölçütünün ilk veri grubundan elde edilen 0,304 değeri Tablo 81'deki büfelere olan uzaklık alt ölçütünün yerel ağırlık değeri olan 0,231 ile çarpılarak Tablo 82'deki 0,070 değeri bulunmuştur.

Tablo 81: Simülasyon Alt Ölçütlerin Yerel Ağırlıkları

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mesafe açısından	Büfelere olan uzaklık	0,231	0,000	0,330	0,041	0,033	0,000	0,486	0,566	0,032	0,000
	Lokantalara olan uzaklık	0,253	0,144	0,670	0,723	0,000	0,116	0,000	0,000	0,305	0,000
	İhale fırsatları nedeniyle askeri birimlere olan uzaklık	0,355	0,386	0,000	0,235	0,254	0,299	0,128	0,356	0,321	0,000
	Diğer unlu mamul alan firmalara uzaklık	0,162	0,471	0,000	0,000	0,713	0,586	0,386	0,078	0,341	1,000
Trafik Sıklığı	Park yeri imkanları	0,129	0,000	0,663	0,000	0,226	0,000	0,053	0,901	1,000	0,916
	Taşıt yoğunluğu	0,000	0,528	0,290	0,000	0,324	0,000	0,434	0,099	0,000	0,084
	Alternatif yolların varlığı	0,871	0,472	0,048	1,000	0,451	1,000	0,513	0,000	0,000	0,000
Tesis Özellikleri	Tesis alanı	0,268	0,235	0,379	0,097	0,533	0,084	0,000	0,000	0,170	0,945
	Şekil	0,113	0,235	0,273	0,407	0,414	0,070	0,000	0,000	0,280	0,000
	Ana caddeye uzaklık	0,239	0,371	0,265	0,205	0,000	0,464	0,660	0,187	0,125	0,047
	Fiyat	0,380	0,160	0,083	0,291	0,052	0,382	0,340	0,813	0,424	0,008
Talep Potansiyeli	Yüksek düzeyde talep	0,344	0,418	0,000	0,351	1,000	0,871	1,000	0,000	0,000	0,000
	Orta düzeyde talep	0,000	0,000	1,000	0,649	0,000	0,000	0,000	0,000	0,861	0,000
	Düşük düzeyde talep	0,656	0,582	0,000	0,000	0,000	0,129	0,000	1,000	0,139	1,000
Yakın Çevre Ortamı açısından	Rakip firmaların varlığı	0,000	0,774	0,193	0,000	0,000	1,000	0,000	0,848	0,000	0,318
	Bakım-onarım kolaylıkları	0,000	0,000	0,340	0,925	0,352	0,000	0,626	0,000	1,000	0,682
	Enerji olanakları	0,000	0,000	0,179	0,000	0,092	0,000	0,000	0,152	0,000	0,000
	Tamamlayıcı ürün sunan firmaların varlığı	1,000	0,226	0,288	0,075	0,556	0,000	0,374	0,000	0,000	0,000

Tablo 82: Simülasyon Alt Ölçütlerin Genel Ağırlıkları

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ortalama
Mesafe açısından	Büfelere olan uzaklık	0,070	0,000	0,000	0,012	0,007	0,000	0,076	0,117	0,005	0,000	0,029
	Lokantalara olan uzaklık	0,077	0,049	0,000	0,218	0,000	0,017	0,000	0,000	0,048	0,000	0,041
	İhale fırsatları nedeniyle askeri birimlere olan uzaklık	0,108	0,132	0,000	0,071	0,058	0,045	0,020	0,073	0,051	0,000	0,056
	Diğer unlu mamul alan firmalara uzaklık	0,049	0,161	0,000	0,000	0,162	0,087	0,061	0,016	0,054	0,093	0,068
Trafik Sıklığı	Park yeri imkanları	0,018	0,000	0,000	0,000	0,049	0,000	0,013	0,122	0,225	0,155	0,058
	Taşıt yoğunluğu	0,000	0,098	0,000	0,000	0,070	0,000	0,106	0,013	0,000	0,014	0,030
	Alternatif yolların varlığı	0,123	0,087	0,000	0,104	0,097	0,241	0,125	0,000	0,000	0,000	0,078
Tesis Özellikleri	Tesis alanı	0,068	0,016	0,379	0,018	0,089	0,021	0,000	0,000	0,039	0,141	0,077
	Şekil	0,029	0,016	0,273	0,074	0,069	0,017	0,000	0,000	0,064	0,000	0,054
	Ana caddeye uzaklık	0,060	0,026	0,265	0,037	0,000	0,115	0,102	0,062	0,028	0,007	0,070
	Fiyat	0,096	0,011	0,083	0,053	0,009	0,094	0,053	0,271	0,096	0,001	0,077
Talep Potansiyeli	Yüksek düzeyde talep	0,079	0,082	0,000	0,107	0,184	0,134	0,181	0,000	0,000	0,000	0,077
	Orta düzeyde talep	0,000	0,000	0,000	0,198	0,000	0,000	0,000	0,000	0,239	0,000	0,044
	Düşük düzeyde talep	0,150	0,114	0,000	0,000	0,000	0,020	0,000	0,096	0,039	0,049	0,047
Yakın Çevre Ortamı	Rakip firmaların varlığı	0,000	0,161	0,000	0,000	0,000	0,208	0,000	0,194	0,000	0,171	0,073
	Bakım-onarım kolaylıkları	0,000	0,000	0,000	0,098	0,073	0,000	0,165	0,000	0,111	0,368	0,081
	Enerji olanakları	0,000	0,000	0,000	0,000	0,019	0,000	0,000	0,035	0,000	0,000	0,005
	Tamamlayıcı ürün sunan firmaların varlığı	0,073	0,047	0,000	0,008	0,115	0,000	0,098	0,000	0,000	0,000	0,034

Alt ölçüt ağırlıklarının saptanmasının ardından alternatiflerin her bir alt ölçüte göre önem düzeyleri hesaplanmıştır. Buna ilişkin değerler Tablo 83'te sunulmuştur. Örnek vermek gerekirse, Tablo 76'daki ilk sütunda yer alan 25. değerden 30. değere kadar olan veriler mesafe ana ölçütü içerisinde yer alan büfelere olan uzaklık açısından alternatiflerin karşılaştırılması için kullanılmıştır. Bu veriler sırasıyla 7, 2, 5, 2, 6, 7'dir. Bu verilere karşılık gelen 2; 0,333; 1; 0,333; 0,667; 2 değerleri MS Excel Visual Basic programında karşılaştırmadaki üçgen bulanık sayılara atanan değerini göstermektedir. Bu karşılaştırma değerleri kullanılarak yapılan bulanık işlemler sonucunda Tablo 83'te mesafe ana ölçütü içerisinde yer alan büfelere olan uzaklık açısından dört alternatif kuruluş yerinin yerel ağırlık değerleri olan 0; 0; 0,607; 0,393 değerleri bulunmaktadır.

Tablo 83: Simülasyon Alternatiflerin Yerel Ağırlıkları

Ölçüt	Alternatif	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Büfelere Olan Uzaklık açısından	Bakırköy	0,000	0,152	1,000	0,389	0,391	0,016	0,518	0,293	0,000	0,341
	Kadıköy	0,000	0,848	0,000	0,000	0,000	0,857	0,000	0,324	0,000	0,000
	Üsküdar	0,607	0,000	0,000	0,105	0,234	0,128	0,057	0,226	0,893	0,000
	Büyükkçekmece	0,393	0,000	0,000	0,506	0,374	0,000	0,424	0,158	0,107	0,659
Lokantalara olan uzaklık	Bakırköy	0,717	0,190	0,134	0,207	0,219	0,191	0,000	0,000	0,034	0,264
	Kadıköy	0,013	0,000	0,000	0,144	0,229	0,000	0,322	0,383	0,225	0,156
	Üsküdar	0,000	0,810	0,605	0,505	0,491	0,809	0,000	0,278	0,370	0,295
	Büyükkçekmece	0,270	0,000	0,261	0,144	0,060	0,000	0,678	0,339	0,370	0,284
İhale fırsatları nedeniyle askeri birimlere olan uzaklık	Bakırköy	0,034	0,331	0,935	0,138	0,462	0,205	0,617	0,000	0,393	0,374
	Kadıköy	0,966	0,000	0,000	0,064	0,404	0,487	0,000	0,635	0,226	0,391
	Üsküdar	0,000	0,446	0,000	0,798	0,134	0,308	0,071	0,365	0,381	0,234
	Büyükkçekmece	0,000	0,224	0,065	0,000	0,000	0,000	0,312	0,000	0,000	0,000
Diğer unlu mamul alan firmalara uzaklık	Bakırköy	0,360	0,000	0,264	0,013	0,191	0,212	0,398	0,563	0,106	0,316
	Kadıköy	0,640	0,997	0,209	0,521	0,289	0,362	0,205	0,142	0,362	0,242
	Üsküdar	0,000	0,003	0,264	0,466	0,000	0,308	0,398	0,000	0,294	0,442
	Büyükkçekmece	0,000	0,000	0,264	0,000	0,520	0,118	0,000	0,296	0,238	0,000
Park yeri imkanları	Bakırköy	0,203	0,190	0,000	0,822	0,000	0,146	0,682	0,001	0,361	0,443
	Kadıköy	0,134	0,000	0,987	0,000	0,540	0,000	0,318	0,303	0,000	0,159
	Üsküdar	0,331	0,810	0,000	0,000	0,344	0,530	0,000	0,399	0,210	0,399
	Büyükkçekmece	0,331	0,000	0,013	0,178	0,116	0,324	0,000	0,297	0,429	0,000
Taşıt yoğunluğu	Bakırköy	0,000	1,000	0,199	0,000	0,500	0,562	0,000	0,164	0,321	0,184
	Kadıköy	0,000	0,000	0,403	1,000	0,000	0,000	0,666	0,000	0,080	0,248
	Üsküdar	1,000	0,000	0,043	0,000	0,500	0,155	0,334	0,433	0,185	0,232
	Büyükkçekmece	0,000	0,000	0,355	0,000	0,000	0,283	0,000	0,403	0,414	0,337
Alternatif yolların varlığı	Bakırköy	0,595	0,736	0,000	0,461	0,219	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000
	Kadıköy	0,000	0,000	0,450	0,000	0,400	0,000	0,000	0,209	0,762	0,000
	Üsküdar	0,405	0,053	0,000	0,539	0,102	0,998	0,000	0,791	0,000	0,000

	Büyükçekmece	0,000	0,211	0,550	0,000	0,279	0,002	1,000	0,000	0,238	0,000
Tesis alanı	Bakırköy	0,309	0,227	0,483	0,000	0,445	0,000	0,000	0,511	0,408	0,171
	Kadıköy	0,309	0,000	0,000	0,347	0,400	0,933	0,000	0,024	0,592	0,352
	Üsküdar	0,297	0,479	0,121	0,385	0,070	0,000	1,000	0,000	0,000	0,125
	Büyükçekmece	0,086	0,294	0,396	0,268	0,085	0,067	0,000	0,465	0,000	0,352
Şekil	Bakırköy	1,000	0,194	0,881	0,152	0,000	0,045	0,000	0,750	0,069	0,000
	Kadıköy	0,000	0,334	0,000	0,123	0,066	0,409	0,940	0,250	0,123	0,029
	Üsküdar	0,000	0,145	0,119	0,230	0,934	0,409	0,000	0,000	0,455	0,550
	Büyükçekmece	0,000	0,326	0,000	0,494	0,000	0,137	0,060	0,000	0,352	0,420
Ana caddeye uzaklık	Bakırköy	0,400	0,000	0,000	0,458	0,726	0,348	0,074	0,000	0,244	0,923
	Kadıköy	0,400	0,609	0,488	0,000	0,000	0,191	0,227	0,048	0,000	0,000
	Üsküdar	0,000	0,391	0,000	0,542	0,000	0,372	0,332	0,405	0,756	0,077
	Büyükçekmece	0,200	0,000	0,512	0,000	0,274	0,089	0,367	0,547	0,000	0,000
Fiyat	Bakırköy	0,192	0,509	0,159	0,000	0,000	0,000	0,116	0,287	0,468	0,116
	Kadıköy	0,317	0,239	0,000	0,111	1,000	0,051	0,000	0,000	0,000	0,884
	Üsküdar	0,269	0,000	0,841	0,000	0,000	0,818	0,884	0,262	0,532	0,000
	Büyükçekmece	0,223	0,252	0,000	0,889	0,000	0,131	0,000	0,451	0,000	0,000
Yüksek düzeyde talep	Bakırköy	0,228	0,000	0,248	0,342	0,895	0,500	0,472	0,486	0,446	0,472
	Kadıköy	0,390	0,000	0,231	0,153	0,000	0,000	0,000	0,000	0,187	0,221
	Üsküdar	0,382	0,942	0,360	0,252	0,000	0,500	0,166	0,000	0,081	0,086
	Büyükçekmece	0,000	0,058	0,162	0,252	0,105	0,000	0,361	0,514	0,286	0,221
Orta düzeyde talep	Bakırköy	0,342	0,042	0,250	0,218	0,511	0,054	0,215	0,000	0,000	0,538
	Kadıköy	0,000	0,298	0,250	0,267	0,464	0,000	0,160	0,373	0,325	0,000
	Üsküdar	0,423	0,312	0,250	0,204	0,025	0,668	0,588	0,309	0,000	0,237
	Büyükçekmece	0,236	0,348	0,250	0,312	0,000	0,278	0,038	0,319	0,675	0,225
Düşük düzeyde talep	Bakırköy	0,447	0,279	0,000	0,034	0,000	0,338	0,141	0,000	0,318	0,000
	Kadıköy	0,000	0,326	0,239	0,966	1,000	0,094	0,499	0,558	0,000	0,316
	Üsküdar	0,553	0,279	0,000	0,000	0,000	0,238	0,001	0,000	0,341	0,462
	Büyükçekmece	0,000	0,116	0,761	0,000	0,000	0,330	0,359	0,442	0,341	0,222
Rakip firmaların varlığı	Bakırköy	0,337	0,290	1,000	0,000	0,199	0,041	0,000	0,000	0,000	0,094
	Kadıköy	0,663	0,265	0,000	1,000	0,153	0,332	0,000	0,000	0,264	0,376
	Üsküdar	0,000	0,000	0,000	0,000	0,408	0,512	1,000	0,208	0,000	0,000
	Büyükçekmece	0,000	0,445	0,000	0,000	0,240	0,115	0,000	0,792	0,736	0,530
Bakım-onarım kolaylıkları	Bakırköy	0,271	0,761	0,332	0,015	0,386	0,000	0,534	0,038	0,000	0,556
	Kadıköy	0,000	0,000	0,243	0,439	0,195	0,929	0,000	0,000	0,000	0,000
	Üsküdar	0,354	0,000	0,425	0,000	0,000	0,071	0,258	0,000	1,000	0,338
	Büyükçekmece	0,375	0,239	0,000	0,547	0,420	0,000	0,208	0,962	0,000	0,105
Enerji olanakları	Bakırköy	0,000	0,330	0,695	0,397	0,372	0,000	0,200	0,137	0,546	0,383
	Kadıköy	0,205	0,160	0,000	0,000	0,323	0,000	0,215	0,406	0,348	0,353
	Üsküdar	0,438	0,277	0,000	0,603	0,304	0,407	0,251	0,092	0,107	0,264
	Büyükçekmece	0,356	0,233	0,305	0,000	0,000	0,593	0,334	0,366	0,000	0,000
Tamamlayıcı ürün sunan firmaların varlığı	Bakırköy	0,342	0,667	0,000	0,309	0,309	0,291	0,516	0,000	0,303	0,713
	Kadıköy	0,030	0,000	0,621	0,655	0,526	0,358	0,255	0,058	0,000	0,287
	Üsküdar	0,356	0,000	0,000	0,036	0,000	0,094	0,229	0,000	0,430	0,000
	Büyükçekmece	0,272	0,333	0,379	0,000	0,165	0,257	0,000	0,942	0,267	0,000

Alternatiflerin yerel ağırlıkları bağlı buldukları alt ölçütün genel ağırlık düzeyleri ile çarpılarak alternatiflerin genel önem düzeyleri bulunur. Buna ilişkin değerler Tablo 84'te verilmiştir.

Örnek vermek gerekirse, büfelere olan uzaklık bölümünde Tablo 82'de büfelere olan uzaklık satırındaki ilk önem değeri olan 0,070 değeri Tablo 83'te alternatif kuruluş yerlerinin bu ölçüte göre sahip oldukları önem düzeyleri ile çarpılarak (0; 0; 0,607; 0,393) Tablo 84'teki genel ağırlık değerleri olan 0; 0; 0,042; 0,028 değerleri elde edilir.

Tablo 84: Simülasyon Alternatiflerin Genel Ağırlıkları

Ölçüt	Alternatif	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ortalama
Büfelere Olan Uzaklık	Bakırköy	0,000	0,000	0,000	0,005	0,003	0,000	0,039	0,034	0,000	0,000	0,008
	Kadıköy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,038	0,000	0,000	0,004
	Üsküdar	0,042	0,000	0,000	0,001	0,002	0,000	0,004	0,026	0,004	0,000	0,008
	Büyüçekmece	0,028	0,000	0,000	0,006	0,003	0,000	0,032	0,018	0,001	0,000	0,009
Lokantalara olan uzaklık	Bakırköy	0,055	0,009	0,000	0,045	0,000	0,003	0,000	0,000	0,002	0,000	0,011
	Kadıköy	0,001	0,000	0,000	0,031	0,000	0,000	0,000	0,000	0,011	0,000	0,004
	Üsküdar	0,000	0,040	0,000	0,110	0,000	0,014	0,000	0,000	0,018	0,000	0,018
	Büyüçekmece	0,021	0,000	0,000	0,031	0,000	0,000	0,000	0,000	0,018	0,000	0,007
İhale fırsatları nedeniyle askeri birimlere olan uzaklık	Bakırköy	0,004	0,044	0,000	0,010	0,027	0,009	0,012	0,000	0,020	0,000	0,013
	Kadıköy	0,104	0,000	0,000	0,005	0,023	0,022	0,000	0,046	0,012	0,000	0,021
	Üsküdar	0,000	0,059	0,000	0,057	0,008	0,014	0,001	0,027	0,019	0,000	0,018
	Büyüçekmece	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000	0,004
Diğer unlu mamul alan firmalara uzaklık	Bakırköy	0,018	0,000	0,000	0,000	0,031	0,018	0,024	0,009	0,006	0,029	0,014
	Kadıköy	0,031	0,161	0,000	0,000	0,047	0,031	0,013	0,002	0,020	0,023	0,033
	Üsküdar	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,027	0,024	0,000	0,016	0,041	0,011
	Büyüçekmece	0,000	0,000	0,000	0,000	0,084	0,010	0,000	0,005	0,013	0,000	0,011
Park yeri imkanları	Bakırköy	0,004	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000	0,081	0,069	0,016
	Kadıköy	0,002	0,000	0,000	0,000	0,026	0,000	0,004	0,037	0,000	0,025	0,009
	Üsküdar	0,006	0,000	0,000	0,000	0,017	0,000	0,000	0,049	0,047	0,062	0,018
	Büyüçekmece	0,006	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,036	0,097	0,000	0,014
Taşıt yoğunluğu	Bakırköy	0,000	0,098	0,000	0,000	0,035	0,000	0,000	0,002	0,000	0,003	0,014
	Kadıköy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,071	0,000	0,000	0,003	0,007
	Üsküdar	0,000	0,000	0,000	0,000	0,035	0,000	0,035	0,006	0,000	0,003	0,008
	Büyüçekmece	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,005	0,001
Alternatif	Bakırköy	0,073	0,064	0,000	0,048	0,021	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,021

yolların varlığı	Kadıköy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,039	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004
	Üsküdar	0,050	0,005	0,000	0,056	0,010	0,241	0,000	0,000	0,000	0,000	0,036
	Büyüççekmece	0,000	0,018	0,000	0,000	0,027	0,000	0,125	0,000	0,000	0,000	0,017
Tesis alanı	Bakırköy	0,021	0,004	0,183	0,000	0,040	0,000	0,000	0,000	0,016	0,024	0,029
	Kadıköy	0,021	0,000	0,000	0,006	0,036	0,020	0,000	0,000	0,023	0,050	0,016
	Üsküdar	0,020	0,008	0,046	0,007	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,018	0,010
	Büyüççekmece	0,006	0,005	0,150	0,005	0,008	0,001	0,000	0,000	0,000	0,050	0,022
Şekil	Bakırköy	0,029	0,003	0,241	0,011	0,000	0,001	0,000	0,000	0,004	0,000	0,029
	Kadıköy	0,000	0,005	0,000	0,009	0,005	0,007	0,000	0,000	0,008	0,000	0,003
	Üsküdar	0,000	0,002	0,032	0,017	0,064	0,007	0,000	0,000	0,029	0,000	0,015
	Büyüççekmece	0,000	0,005	0,000	0,037	0,000	0,002	0,000	0,000	0,023	0,000	0,007
Ana caddeye uzaklık	Bakırköy	0,024	0,000	0,000	0,017	0,000	0,040	0,008	0,000	0,007	0,006	0,010
	Kadıköy	0,024	0,016	0,129	0,000	0,000	0,022	0,023	0,003	0,000	0,000	0,022
	Üsküdar	0,000	0,010	0,000	0,020	0,000	0,043	0,034	0,025	0,021	0,001	0,015
	Büyüççekmece	0,012	0,000	0,136	0,000	0,000	0,010	0,037	0,034	0,000	0,000	0,023
Fiyat	Bakırköy	0,018	0,006	0,013	0,000	0,000	0,000	0,006	0,078	0,045	0,000	0,017
	Kadıköy	0,030	0,003	0,000	0,006	0,009	0,005	0,000	0,000	0,000	0,001	0,005
	Üsküdar	0,026	0,000	0,070	0,000	0,000	0,077	0,047	0,071	0,051	0,000	0,034
	Büyüççekmece	0,021	0,003	0,000	0,047	0,000	0,012	0,000	0,122	0,000	0,000	0,021
Yüksek düzeyde talep	Bakırköy	0,018	0,000	0,000	0,037	0,165	0,067	0,085	0,000	0,000	0,000	0,037
	Kadıköy	0,031	0,000	0,000	0,016	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005
	Üsküdar	0,030	0,077	0,000	0,027	0,000	0,067	0,030	0,000	0,000	0,000	0,023
	Büyüççekmece	0,000	0,005	0,000	0,027	0,019	0,000	0,065	0,000	0,000	0,000	0,012
Orta düzeyde talep	Bakırköy	0,000	0,000	0,000	0,043	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004
	Kadıköy	0,000	0,000	0,000	0,053	0,000	0,000	0,000	0,000	0,078	0,000	0,013
	Üsküdar	0,000	0,000	0,000	0,040	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004
	Büyüççekmece	0,000	0,000	0,000	0,062	0,000	0,000	0,000	0,000	0,161	0,000	0,022
Düşük düzeyde talep	Bakırköy	0,067	0,032	0,000	0,000	0,000	0,007	0,000	0,000	0,012	0,000	0,012
	Kadıköy	0,000	0,037	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,054	0,000	0,015	0,011
	Üsküdar	0,083	0,032	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,013	0,023	0,016
	Büyüççekmece	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000	0,007	0,000	0,042	0,013	0,011	0,009
Rakip firmaların varlığı	Bakırköy	0,000	0,047	0,000	0,000	0,000	0,009	0,000	0,000	0,000	0,016	0,007
	Kadıköy	0,000	0,043	0,000	0,000	0,000	0,069	0,000	0,000	0,000	0,064	0,018
	Üsküdar	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,106	0,000	0,040	0,000	0,000	0,015
	Büyüççekmece	0,000	0,072	0,000	0,000	0,000	0,024	0,000	0,154	0,000	0,091	0,034
Bakım-onarım kolaylıkları	Bakırköy	0,000	0,000	0,000	0,001	0,028	0,000	0,088	0,000	0,000	0,205	0,032
	Kadıköy	0,000	0,000	0,000	0,043	0,014	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006
	Üsküdar	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,043	0,000	0,111	0,124	0,028
	Büyüççekmece	0,000	0,000	0,000	0,054	0,031	0,000	0,034	0,000	0,000	0,039	0,016
Enerji olanakları	Bakırköy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,007	0,000	0,000	0,005	0,000	0,000	0,001
	Kadıköy	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,014	0,000	0,000	0,002
	Üsküdar	0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,001
	Büyüççekmece	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,000	0,000	0,001
Tamamlayıcı ürün sunan firmaların varlığı	Bakırköy	0,025	0,031	0,000	0,002	0,036	0,000	0,051	0,000	0,000	0,000	0,014
	Kadıköy	0,002	0,000	0,000	0,005	0,060	0,000	0,025	0,000	0,000	0,000	0,009
	Üsküdar	0,026	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,022	0,000	0,000	0,000	0,005
	Büyüççekmece	0,020	0,016	0,000	0,000	0,019	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005

Alternatiflerin her alt ölçüte göre elde ettikleri önem düzeyleri toplanarak her veri setine göre genel önem düzeyleri hesaplanmış ve daha sonra bunların ortalamaları alınmıştır. Tablo 84'teki değerlerden yararlanarak oluşturulan toplam ağırlıklar ve 10 veri setinden elde edilen genel ortalama değerleri Tablo 85'te verildiği gibidir.

Tablo 85: Simülasyon Alternatiflerin Toplam Genel Ağırlıkları

Alternatif	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Genel ortalama puan
Bakırköy	0,356	0,337	0,437	0,219	0,392	0,154	0,323	0,128	0,193	0,352	0,289
Kadıköy	0,248	0,264	0,129	0,175	0,266	0,178	0,135	0,194	0,151	0,181	0,192
Üsküdar	0,283	0,233	0,148	0,336	0,148	0,600	0,241	0,247	0,330	0,271	0,284
Büyükçekmece	0,113	0,166	0,286	0,268	0,196	0,068	0,301	0,430	0,325	0,194	0,235

Bu sonuçlardan yola çıkılarak söylenebilir ki, rasgele değerlendiricilerden elde edilen karar ile üst düzey yöneticilerden elde edilen karar hiçbir noktada benzerlik göstermemektedir. Dolayısıyla, Bulanık ASS rasgele karar türeten bir süreç değil, karar vericinin sezgilerini sistematize edip sonuca yansıtan analitik bir yöntemdir.

3.6. Uygulama Sonuçları ve Değerlendirmeler

Önceki bölümde tesis yeri seçimi kararı vermek için ilk olarak Bulanık ASS yöntemine göre hesaplamalar yapılmıştır. Bu yöntemin diğer yöntemlerden farklılığını ortaya koymak amacıyla aynı değerlendirmenin farklı şekillerde yapılıp yapılamayacağı düşünülmüş ve karşılıklı ilişkilere dayalı yapıya göre ASS yöntemi ile de hesaplamalar yapılmıştır. Bunun ardından AHS ve Bulanık AHS ile değerlendirmelerin yapılabilmesinde ASS ve Bulanık ASS gibi karşılıklı ilişkileri esas almadığından sadece hiyerarşik ilişkileri göz önüne alabildiğinden dolayı AHS ve Bulanık AHS yöntemleri karşılıklı ilişkileri içeren tesis yeri seçimi kararında uygulanamaz. Zaten bu karşılıklı etkileşimler konusunda yetersiz kalınması ASS yönteminin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Bu amaçla ASS ve Bulanık ASS yöntemlerine göre bulunan değerler incelenmiş ve karşılaştırma kolaylığı sağlamak amacıyla aynı tablolar içinde gösterilmişlerdir.

ASS'de kullanılan ölçütlerden sayısal değerleri elde edilebilir olanlar:

- Arsa bedelleri
- Teşvik bedelleri

Olarak ortaya çıkmaktadır. Bu ölçütler dışında sayısal veri elde edilebilecek başka ölçüt bulunmamaktadır. Ayrıca teşvik bedelleri ülke yönetimi tarafından uzun vadeli planları oluşturulmadığı ya da oluşturulsa bile hayata geçirilmeyip sürekli değiştirildiği için teşvik bedelleri firma tarafından doğrudan bir faktör olarak ele alınmamıştır. Bulanık ASS yönteminin bir başka üstünlüğü de burada ortaya çıkmaktadır. Sayısal verilerin olmadığı durumlarda kalitatif verilerin de karşılaştırılmasına imkan verdiği için sayısal verilere ihtiyaç duyan ağırlık merkezi, yükleme mesafesi, puanlama, ağırlıklı puanlama ve simülasyon gibi yöntemler yetersiz kalmaktadır.

Ana ölçütler, alt ölçütler ve alternatif kuruluş yerlerinin alt ölçütlere ilişkin önem düzeyleri kullanılarak her bir alternatife genel önem düzeyi bulunur. Ana ölçütlerin ağırlıkları Tablo 86'da verilmiştir.

Tablo 86: Ana Ölçütlerin Önem Düzeyleri

Ana ölçüt	Önem düzeyi (Bulanık ASS)	Önem düzeyi (ASS)	Önem Düzeyi (Girdi Simülasyonu)
Mesafe	0	0,117	0,194
Trafik sıkışıklığı	0	0,054	0,166
Talep potansiyeli	0,577	0,417	0,278
Tesis özellikleri	0,358	0,253	0,167
Yakın çevre ortamı	0,065	0,160	0,194

Karşılıklı ilişkiler göz önüne alınarak Bulanık ASS yöntemi kullanıldığından tesisin kuruluş yerinde mesafe ve trafik faktörlerinin uzun vadede diğer ana ölçütlere göre önem taşımadığı kararlı yapı matrisinden de görülmüştür. Tablolarda hesaplanan önem düzeyleri incelendiğinde, bazı değerlerin sıfır olduğu görülmektedir. Bu durum Bulanık AHS ve Bulanık ASS yöntemleri açısından karşılaşılabilecek doğal bir sonuçtur. Aynı hiyerarşi yapısında, ölçütler deterministik değerlerle ve klasik yaklaşımlar ile çözülsediydi sıfır çıkmayacak ancak sıfıra çok yakın, önemsenmeyen ölçütler olarak değerlendirilecekti. Bulanık yaklaşımın, AHS ve ASS'deki subjektif değerlendirmelerdeki yanılgıları göz önüne almasının yanında başka bir avantajı da bu noktada ortaya çıkmaktadır. Herhangi bir hiyerarşi düzeyinde yapılan ikili karşılaştırmalar sırasında, grubunun içinde tüm ölçütlere göre önemsiz kalan ölçüt veya ölçütler sıfır çıkarken, asıl üzerinde durulması ve göz önüne alınması gereken ölçütün/ölçütlerin önem düzeyi artarak karar verme sürecinin başarısına olumlu katkı sağlamaktadır. Tablo 86'da böyle bir karşılaştırma sunulmaktadır. Bulanık AHS ile hesaplanan önem düzeyleri (0; 0; 0,577; 0,358; 0,065) olarak bulunurken, klasik AHS ile hesaplanan değerler (0,117; 0,054; 0,417; 0,253; 0,160) şeklinde elde edilmiştir. Görüldüğü üzere sıralama değişmemekle birlikte bulanıklığın verdiği sapma miktarı da eklendiğinde aslında ilk ölçütün göz önüne alınmayacak kadar az öneme sahip olduğu ve üçüncü ölçütün de asıl gözetilmesi gereken ölçüt ya da seçenek olduğu vurgulanmaktadır.

Her bir ana ölçüte ilişkin alt ölçütlerin bulanık mantıkta kendi içindeki önem düzeyleri Tablo 87'deki şekilde oluşmuştur. Aynı değerlendirme klasik mantıkta yapıldığında ortaya çıkan değerler ise Tablo 88'de sunulmuştur.

Tablo 87: Alt Ölçütlerin Bulanık Mantıkta Önem Düzeyleri

	Önem düzeyi	Alt ölçüt	Önem düzeyi (Yerel)	Önem düzeyi (Genel)
Mesafe	0	Büfelere olan uzaklık	0,78	0
		Lokantalara olan uzaklık	0	0
		İhale fırsatları nedeniyle askeri birimlere olan uzaklık	0,22	0
		Diğer unlu mamül alan firmalara uzaklık	0	0
Trafik sıklığı	0	Park yeri imkanları	0	0
		Taşıt yoğunluğu	0,907	0
		Alternatif yolların varlığı	0,093	0
Tesis özellikleri	0,358	Tesis alanı	0	0
		Şekil	0	0
		Ana caddeye uzaklık	0	0
		Fiyat	1	0,358
Talep potansiyeli	0,577	Yüksek düzeyde talep	1	0,577
		Orta düzeyde talep	0	0
		Düşük düzeyde talep	0	0
Yakın çevre ortamı	0,065	Rakip firmaların varlığı	0,525	0,034
		Bakım-onarım kolaylıkları	0	0
		Enerji olanakları	0,475	0,031
		Tamamlayıcı ürün sunan firmaların varlığı	0	0

Tablo 87’de her bir alt ölçütün kendi bağlı bulunduğu ana ölçüt içerisindeki önem düzeyi ile her alt ölçütün kendi ana ölçütüne göre ağırlıklandırılmış önem düzeyleri yer almaktadır. Buna göre yüksek düzeyde talep durumu ile tesise ilişkin fiyat en önemli ölçütler olarak belirlenmiştir.

Tablo 88: Alt Ölçütlerin Klasik Mantıkta Önem Düzeyleri

	Önem düzeyi	Alt ölçüt	Önem düzeyi (Yerel)	Önem düzeyi (Genel)
Mesafe	0,117	Büfelere olan uzaklık	0,533	0,062
		Lokantalara olan uzaklık	0,127	0,015
		İhale fırsatları nedeniyle askeri birimlere olan uzaklık	0,262	0,031
		Diğer unlu mamül alan firmalara uzaklık	0,077	0,009
Trafik sıklığı	0,054	Park yeri imkanları	0,108	0,006
		Taşıt yoğunluğu	0,624	0,034
		Alternatif yolların varlığı	0,267	0,014
Tesis özellikleri	0,253	Tesis alanı	0,193	0,049
		Şekil	0,075	0,018
		Ana caddeye uzaklık	0,193	0,049
		Fiyat	0,540	0,137
Talep potansiyeli	0,417	Yüksek düzeyde talep	0,671	0,280
		Orta düzeyde talep	0,234	0,098
		Düşük düzeyde talep	0,094	0,039
Yakın çevre ortamı	0,160	Rakip firmaların varlığı	0,472	0,076
		Bakım-onarım kolaylıkları	0,141	0,023
		Enerji olanakları	0,297	0,048
		Tamamlayıcı ürün sunan firmaların varlığı	0,089	0,013

Bu tablodaki veriler incelendiğinde bir firmanın kuruluş yeri kararı verildiğinde tesisin alım maliyeti olarak fiyatının, o bölgedeki talep potansiyelinin, rakip firmaların ve 24 saat kesintisiz çalışan ve günde 5 ton malzeme akışı olan bir firma için enerji olanaklarının kuruluş yeri kararında temel olduğunu ve diğer faktörlerin bu faktörler karşısında uzun vadede ihmal edilebilir önem düzeylerine sahip olduğu görülmektedir.

Alternatif kuruluş yerlerinin alt ölçütlere göre bulanık mantıkta önem düzeyleri Tablo 89'da, alternatif kuruluş yerlerinin alt ölçütlere göre klasik mantıkta sahip oldukları önem düzeyleri ise Tablo 90'da gösterilmiştir.

Tablo 89: Alternatiflerin Bulanık Mantıkta Önem Düzeyleri

Alt ölçüt	Bakırköy	Kadıköy	Üsküdar	Büyükçekmece
Büfelere olan uzaklık	0,684	0,316	0	0
Lokantalara olan uzaklık	0,586	0,414	0	0
İhale fırsatları nedeniyle askeri birimlere olan uzaklık	0,684	0,316	0	0
Diğer unlu mamül alan firmalara uzaklık	0,468	0,422	0,11	0
Park yeri imkanları	0,25	0,25	0,25	0,25
Taşıt yoğunluğu	0,062	0,244	0,347	0,347
Alternatif yolların varlığı	0,684	0,316	0	0
Tesis alanı	0,684	0,316	0	0
Şekil	0,468	0,422	0,11	0
Ana caddeye uzaklık	0,684	0,316	0	0
Fiyat	0,684	0,316	0	0
Yüksek düzeyde talep	0,684	0,316	0	0
Orta düzeyde talep	0,684	0,316	0	0
Düşük düzeyde talep	0	0,178	0,411	0,411
Rakip firmaların varlığı	0,684	0,316	0	0
Bakım-onarım kolaylıkları	0,684	0,316	0	0
Enerji olanakları	0,684	0,316	0	0
Tamamlayıcı ürün sunan firmaların varlığı	0,684	0,316	0	0

Tablo 90: Alternatiflerin Klasik Mantıkta Önem Düzeyleri

Alt ölçüt	Bakırköy	Kadıköy	Üsküdar	Büyükçekmece
Büfelere olan uzaklık	0,510	0,266	0,151	0,073
Lokantalara olan uzaklık	0,488	0,286	0,152	0,074
İhale fırsatları nedeniyle askeri birimlere olan uzaklık	0,510	0,266	0,151	0,073
Diğer unlu mamül alan firmalara uzaklık	0,465	0,297	0,165	0,073
Park yeri imkanları	0,246	0,346	0,204	0,204
Taşıt yoğunluğu	0,153	0,345	0,251	0,251
Alternatif yolların varlığı	0,510	0,266	0,151	0,073
Tesis alanı	0,510	0,266	0,151	0,073
Şekil	0,465	0,297	0,165	0,073
Ana caddeye uzaklık	0,510	0,266	0,151	0,073
Fiyat	0,510	0,266	0,151	0,073
Yüksek düzeyde talep	0,510	0,266	0,151	0,073
Orta düzeyde talep	0,510	0,266	0,151	0,073
Düşük düzeyde talep	0,099	0,172	0,365	0,365
Rakip firmaların varlığı	0,510	0,266	0,151	0,073
Bakım-onarım kolaylıkları	0,510	0,266	0,151	0,073
Enerji olanakları	0,510	0,266	0,151	0,073
Tamamlayıcı ürün sunan firmaların varlığı	0,510	0,266	0,151	0,073

Alternatif kuruluş yerlerinin bulanık mantıkta aldığı puanlar alt ölçütlerin önem düzeylerine göre düzenlendikten sonra aldıkları puanlar Tablo 91’de gösterilmiştir.

Tablo 91: Alternatiflerin Bulanık Mantıkta Genel Önem Düzeyleri

Alt ölçüt	Önem düzeyi (Genel)	Bakırköy	Kadıköy	Üsküdar	Büyükçekmece
Büfelere olan uzaklık	0	0	0	0	0
Lokantalara olan uzaklık	0	0	0	0	0
İhale fırsatları nedeniyle askeri birimlere olan uzaklık	0	0	0	0	0
Diğer unlu mamül alan firmalara uzaklık	0	0	0	0	0
Park yeri imkanları	0	0	0	0	0
Taşıt yoğunluğu	0	0	0	0	0
Alternatif yolların varlığı	0	0	0	0	0
Tesis alanı	0	0	0	0	0
Şekil	0	0	0	0	0
Ana caddeye uzaklık	0	0	0	0	0
Fiyat	0,358	0,245	0,113	0	0
Yüksek düzeyde talep	0,577	0,395	0,182	0	0
Orta düzeyde talep	0	0	0	0	0
Düşük düzeyde talep	0	0	0	0	0
Rakip firmaların varlığı	0,034	0,023	0,011	0	0
Bakım-onarım kolaylıkları	0	0	0	0	0
Enerji olanakları	0,031	0,021	0,010	0	0
Tamamlayıcı ürün sunan firmaların varlığı	0	0	0	0	0
Genel puan		0,684	0,316	0	0

Alternatif kuruluş yerlerinin klasik mantıkta aldığı puanlar alt ölçütlerin önem düzeylerine göre düzenlendikten sonra aldıkları puanlar Tablo 92’de gösterilmiştir.

Tablo 92: Alternatiflerin Klasik Mantıkta Genel Önem Düzeyleri

Alt ölçüt	Önem düzeyi (Genel)	Bakırköy	Kadıköy	Üsküdar	Büyükçekmece
Büfelere olan uzaklık	0,062	0,032	0,016	0,009	0,005
Lokantalara olan uzaklık	0,015	0,007	0,004	0,002	0,001
İhale fırsatları nedeniyle askeri birimlere olan uzaklık	0,031	0,016	0,008	0,005	0,002
Diğer unlu mamül alan firmalara uzaklık	0,009	0,004	0,003	0,001	0,001
Park yeri imkanları	0,006	0,001	0,002	0,001	0,001
Taşıt yoğunluğu	0,034	0,005	0,012	0,009	0,009
Alternatif yolların varlığı	0,014	0,007	0,004	0,002	0,001
Tesis alanı	0,049	0,025	0,013	0,007	0,004
Şekil	0,018	0,008	0,005	0,003	0,001
Ana caddeye uzaklık	0,049	0,025	0,013	0,007	0,004
Fiyat	0,137	0,070	0,036	0,021	0,010
Yüksek düzeyde talep	0,280	0,143	0,074	0,042	0,020
Orta düzeyde talep	0,098	0,050	0,026	0,015	0,007
Düşük düzeyde talep	0,039	0,004	0,007	0,014	0,014
Rakip firmaların varlığı	0,076	0,039	0,020	0,011	0,006
Bakım-onarım kolaylıkları	0,023	0,012	0,006	0,003	0,002
Enerji olanakları	0,048	0,024	0,013	0,007	0,004
Tamamlayıcı ürün sunan firmaların varlığı	0,013	0,007	0,003	0,002	0,001
Genel puan		0,479	0,267	0,164	0,091

Üç farklı yöntemle yapılan hesaplamalar sonucunda bulunana değerler Tablo 93'te birlikte gösterilmektedir.

Tablo 93: Üç Farklı Yönteme Göre Alternatiflerin Genel Önem Düzeyleri

Alternatif	Bulanık ASS	Klasik ASS	Monte Carlo Simülasyonu
Bakırköy	0,684	0,479	0,289
Kadıköy	0,316	0,267	0,192
Üsküdar	0,000	0,164	0,284
Büyükçekmece	0,000	0,091	0,235

Buradaki genel ortalama değerlerinden de görüleceği üzere uygulama sonuçları ile Monte Carlo simülasyonu sonucu elde edilen verilerin ortalamaları arasında belirgin bir fark bulunmaktadır. Çünkü AHS, ASS, Bulanık AHS ve Bulanık ASS gibi çok ölçütlü karar verme yöntemleri, karar süreci konusunda bilgisi, yetkisi

ve sorumluluğu olan karar vericinin değerlendirmelerini dikkate almaktadır. Monte Carlo simülasyonunda ise birbirine eşit olasılıkta, rasgele veriler türetilerek denemeler yapılmaktadır. Bu denemeler arttırıldıkça alternatiflerin elde ettikleri genel ortalama puanlarının da tüm alternatifler açısından birbirlerine yaklaştığı görülmüştür. Aynı farklılıklar; puanlama yöntemi, ağırlıklı puanlama yöntemi gibi farklı kuruluş yeri seçimi yöntemlerinde de karar vericinin alternatif kuruluş yerlerini farklı puanlandırmasından ötürü yine ortaya çıkacaktır.

Firma İstanbul'da yeni yatırım yapma kararında Bakırköy ve Kadıköy alternatiflerine yoğunlaşmış, Üsküdar ve Büyükçekmece alternatiflerini elemiştir. Bu uygulama sonucunda da görüldüğü üzere tesis yeri seçiminde Bakırköy belirgin bir şekilde öne çıkmaktadır.

Uygulama sonucunda aşağıdaki değerlendirmelerin yapılması uygun olur.

- Atıl kapasite ile çalışan makinelerin İstanbul'da kurulacak tesise aktarılması ile daha düşük yatırım maliyeti ile piyasaya girmek mümkün olur.
- Farklı pazarlarda faaliyet göstererek ihale fırsatlarını yakalamak, firma açısından hayati bir öneme sahiptir.
- Doğru bir kuruluş yeri seçimi, firma açısından bir rekabet avantajı getirecek ve rakiplere karşı bir üstünlük sağlayacaktır.

Oluşturulan modelin, geliştirilmeye açık yönleri hala mevcuttur. Bunlar, şu şekilde ifade edilebilir.

- Oluşturulan formun yapısı hakkında çeşitli kademelerdeki karar vericilere eğitimler verilerek farklı durumlarda da kullanılmasına imkan sağlanabilir.
- Bu tür bir kararın ne kadar masraflı olduğu düşünülürse, mevcut halinde yapılabilecek küçük değişikliklerle üretimin maksimum hangi seviyeye çıkabileceği tespit edilerek çeşitli askeri ihalelere girme konusunda sağlıklı karar almaya yardımcı olabilir.

SONUÇ

Yönetim kademesindeki kişiler seçim yaparken ister istemez birçok ölçütü bir arada düşünmek durumundadır ve bu durum karmaşık, çok ölçütlü bir karar verme problemi olarak ortaya çıkar. Böylesi bir karar probleminin analitik olarak modellenerek, sistematik bir yaklaşımla çözülebilmesi etkin bir karar destek sistemi ile mümkün olabilir. Karar destek modellerinin mevcut durum ve koşullar çerçevesinde kurulması ve bu kısıtlara uygun bir yöntem belirlenmesi gerekir. Bir karar problemini çözerken kurulan model, gerçek sistemi ne kadar iyi temsil ederse, elde edilen sonuçların güvenilirliği de o kadar artar. Karar verme problemlerine modele dayalı ve matematiksel olarak yaklaşmak, kararın sonucunda elde edilen fayda üzerinde etkili olmaktadır.

Karar problemine ait değişkenlerin kalitatif olarak değerlendirilebildiği ve sözel olarak tanımlanabildiği durumlarda da analitik yaklaşımlar geliştirmek mümkün olmaktadır. Analitik Hiyerarşi ve Serim süreçleri, bu amaçla sıklıkla kullanılan yöntemler arasında yer almakta olup, bu çalışma kapsamında ayrıntılı olarak incelenmiştir. Özellikle karar verme ortamının bulanık olarak tanımlanabildiği durumlar ele alınmış, karar ölçütlerinin birbiri ile etkileşimli olduğu durumlar için Bulanık Analitik Serim Süreci modeli ortaya konmuştur. Bu doğrultuda geliştirilen modelin uygulanabilirliği, bir gıda firmasında ortaya çıkan yeni tesis yeri seçim problemi üzerinde gösterilmiş ve alınan sonuçlarla birlikte sunulmuştur.

AHS yönteminde tek yönlü hiyerarşik yapılar oluşturularak, bu yapı üzerinden ölçütler değerlendirmekte ve önem düzeyleri ortaya çıkarılmaktadır. Ancak ölçütlerin net olarak tek yönlü hiyerarşik düzene uymadığı, grup içi ve gruplar arası ilişkilerin çok yönlü ve ağ yapısında olduğu çok ölçütlü karar verme problemleri ile karşılaşıldığında AHS'nin bu koşullarda yetersiz kaldığı ve uyarlanması gerektiği ortaya çıkmıştır. Bu durum, ASS yönteminin doğmasına yol açmıştır. Temel olarak AHS mantığında çalışan ASS, sadece tek yönlü değil, tüm yönlerdeki etkileşimleri de göz önüne alacak şekilde uyarlanarak problem çözümlerinde kullanılmaya başlanmıştır.

ASS, ölçüt sayısının çok olduğu ve karar vermenin zorlaştığı durumlarda, karar vericiyi destekleyen bir tür karar destek süreci olarak tanımlanabilir. ASS'nin

diğer geleneksel tekniklerden farkı, analizde sezgiye de yer verilmesidir. ASS'nin bağımlılık ve geribildirim özellikleri nedeniyle, hiyerarşi içerisindeki ölçütler, diğer ölçütlerle etkileşimde oldukları gibi, aynı zamanda kendi içlerinde de bağımlılık gösterebilirler. Bir problemde yer alan bileşenler arasındaki ilişkiler tek yönlü değil karşılıklı olduğu zaman, AHS'deki hiyerarşik tanımlamalar yeterli olmamaktadır. Bu durumda, seviyeler ortadan kalkar ve bileşenlerin ağırlıklarını bulmak daha karmaşık bir sürecin analizini gerektirir. ASS, problemleri, bileşenler arasındaki ilişkileri ve yönlerini tanımlayarak bir serim şeklinde ifade eder. Bu yapı sayesinde, doğrudan ilişkilendirilmemiş bileşenler arasında olabilecek dolaylı etkileşimler ve geribildirimler de dikkate alınmaktadır. ASS, bir problemde yer alan bileşenler arasındaki ilişkiler tek yönlü değil karşılıklı olduğu zaman, hiyerarşik tanımlamalar yeterli olmamasından ötürü, bir diğer çok ölçütlü karar verme yöntemi olan AHS yöntemine göre üstünlük taşımaktadır. Diğer analitik yaklaşımlarda olduğu gibi, AHS ve benzeri yaklaşımların belirsiz ya da bulanık karar verme koşullarında da uygulanabilirliğine dair çalışmalar yapılmaktadır. Dolayısı ile karar verme modelinin klasik mantık operasyonlarıyla mı, yoksa bulanık mantık ile mi modelleneceği, karar sürecinin başında tanımlanan koşullara ve varsayımlara bağlıdır.

Klasik mantık karmaşık problemlerde ve grup kararlarının alınmasında yeterli esnekliği sağlamaması nedeniyle, bulanık mantık ve bulanık kümeler ile tanımlanmış verilere dayalı çalışmalar artan bir eğilim göstermeye başlamıştır. Çünkü bulanık kümeler ve bulanık mantığa dayalı olarak tanımlanan veriler karar vericinin deneyimlerinden, uzmanlık derecesinden kaynaklanan doğru karardan sapmaları da içermekte, kesin ya da istatistik verilerin elde edilemediği durumlarda uzman görüşlerine dayalı tahmini verilerin kullanımına olanak sağlamaktadır. AHS uygulamalarına da yansıyan bu eğilim, bulanık veriler ile pek çok farklı işlemler ve aşamalarla geliştirilen Bulanık AHS modelleri olarak sunulmuştur. Etkileşimli ölçütlerin varlığında, karar verme ortamı da bulanıklık içeriyorsa, bu durumda ASS yöntemini bulanık verilerin hesaplanmasına uygun olarak modifiye etmek gerekmektedir. Klasik ASS yönteminin bulanık karar verme ortamında uygulanabilmesi için, bulanık mantık ve klasik ASS'nin diğer adımlarının sentezine dayanan entegre bir karar modeli geliştirmek amaçlanmış ve böylece Bulanık ASS modeli oluşturularak literatürde henüz tam olarak doldurulamamış bir boşluğa katkı sağlanmaya çalışılmıştır.

Bulanık ASS yönteminin yeniliği ve literatürde bu alanda yer alan boşluk değerlendirilerek, çok ölçütlü ve etkileşimli karar verme problemleri için Bulanık ASS yöntemine dayanan bir model geliştirilmiş ve yöntemin henüz uygulanmadığı tesis yeri seçimi problemi için önerilmiştir.

Bu tez çalışmasının uygulama bölümünde ele alınan tesis yeri seçiminde etkili olan faktörleri doğru tespit edebilmek için öncelikle literatür taraması yapılmış ve konu ile ilgili yapılan çalışmalardan gıda sektöründe faaliyette bulunan firmaların kuruluş yeri değerlendirme ölçütleri çıkarılarak bir alt yapı hazırlanmıştır. Literatür incelemesi sonucunda tesis yeri seçimine etki edebilecek faktörler hazırlandıktan sonra, şirket hissedarları ile görüşmeler yapılarak bu ölçütler tek tek incelenmiş ve firmanın faaliyette bulunduğu sektöre uygun olup olmadıkları tartışılmış, uygun olmadığı düşünülen ölçütler çıkarılıp literatür taramasında gözden kaçan faktörler de değerlendirmeye alınmıştır. Bu faktörlerin değerlendirilmesinin ardından sektörün genelini ve doğal olarak firmanın kararlarını etkileyebilecek olan etkenler hakkında görüşülmüştür. ASS yöntemindeki karşılıklı etkileşimleri doğru belirleyebilmek amacıyla **kavram haritalama** yönteminden yararlanılmıştır. Kavram haritalama tekniği etkileşimleri ortaya çıkarırken başarılı bir destek aracı olarak kullanılmış ve bu alandaki diğer çalışmalara önerilmiştir.

Bu aşamaların hepsinde eksik ve/veya hatalı bir ilişki, ölçüt ya da alt ölçüt olup olmadığı konusunda şirket hissedarları ile görüşmeler yapılmış ve onay alınmıştır. Bu şekilde tesis yeri seçiminde firmanın kararını etkileyeceği düşünülen tüm sayısal ve niteliksel faktörler değerlendirme sürecine katılmıştır.

Tesis yeri seçiminde karar alma aşamasında olan Sanek Gıda Mamulleri A.Ş. firmasının İstanbul'da faaliyet gösterecek yeni bir tesis açma kararında etkili olan faktörlerin araştırılarak bu faktörlere ilişkin önem düzeyleri belirlenmiştir. Firmanın tesis yeri seçimi kararında destek olabilecek bir yöntem olan Bulanık ASS'nin nasıl işlediği gösterilmiş ve belirlenen alternatifler arasında karar verme amaçlı olarak kullanılmıştır. Gerçek bir işletme probleminin, firmadaki üst düzey yöneticilerle birlikte ele alındığı tesis yeri seçimi, Bulanık ASS yönteminin uygulanması için tam olarak tarif edilen, verilerin bulanık olduğu, çok sayıda ölçütün varlığında, ölçütlerin **birbiri ile etkileşim** içinde olduğu bir ortamda yapılmaktadır.

Atıl kapasiteli makinelerin bulunması, yeni tesiste yapılacak yatırımın makinelere ayrılacak payını düşürmektedir. Ek tesis yatırımının en büyük kalemini seçilecek olan arsa oluşturmaktadır. Bu noktada göz önüne alınacak faktörler, günde 5 ton gibi yüksek miktarda malzeme akışının olduğu fabrikanın Marmara bölgesinde de benzer bir üretim hacmini yakalaması ve servis araçlarının trafiğinin kolay yönetilebilmesidir. Modelde bu amaçla öncelikle gıda sektöründe faaliyet gösteren firmaların tesis yeri seçiminde göz önüne aldığı ölçütlere ilişkin bir inceleme yapılarak bazı faktörler tespit edilmiştir. Bu faktörlerin tespitinin ardından firma yetkilileri ile görüşmeler yapılarak belirlenen ölçütlerin firma açısından uygun olup olmadığı araştırılmış ve buna göre düzenlemeler yapılmıştır. Bu düzenlemenin ardından kavram haritalama yöntemi ile tesis yeri seçiminde etkili olan bu faktörler bir harita üzerine aktararak aralarında ilişki olanlar, birbirleri ile etkileşimli olacak şekilde bağlanmıştır. Bu etkileşimlere göre oluşturulan haritadan çıkan faktörlerin ağ yapısı hazırlanmış ve bu yapıya uygun olarak firmanın alternatif kuruluş yerlerini değerlendirmesi için bir değerlendirme formu oluşturulmuştur. Hazırlanan bu form, firma yetkilileri ile karşılıklı görüşmeler ile doldurulmuş ve bu formdaki sözel verilere göre uygun bulanık değerlendirme matrisleri çıkarılmıştır. Bulanık değerlendirme matrislerinin çıkarılmasını, bu matrislerin bulanık mantıkta hesaplanması takip etmiştir. Bulanık değerlendirme matrisinden çıkan sonuçlar, ASS yöntemine göre süpermatrisin parçalarını oluşturmuştur. Hazırlanan süpermatris kararlı yapıyı sağlayana kadar çarpım işlemi tekrarlanarak, her bir alt ölçüt için önem düzeyleri bulunmuştur. Önem düzeylerinin tespitinden sonra ölçütlerin önem düzeylerine göre alternatif kuruluş yerlerinin aldıkları puanlar saptanmıştır. Saptanan bu puanlara göre bir değerlendirme yapılmış ve sonuçlar firma yönetiminden ilgili kişilere iletilmiştir. Elde edilen sonuçların, firma yöneticilerinin öngördüğü karar ile birebir tutarlı olması, yöneticilerin bu modele bakış açılarını olumlu yönde etkilemiştir.

ASS'de kullanılan ölçütlerden sayısal değerleri elde edilebilir olanlar arsa ve teşvik bedelleri olarak ortaya çıkmaktadır. Bu ölçütler dışında sayısal veri elde edilebilecek başka ölçüt bulunmamaktadır. Ayrıca teşvik bedellerinin ülkemiz ekonomik koşullarında uzun vadeli planlarla tanımlanamayacak kadar değişkenlik göstermesi, bu ölçütün firma tarafından doğrudan bir faktör olarak ele alınamamasına yol açmaktadır. Bir ölçüt olarak ele alınması durumunda yine önem düzeyi, niteliksel değerlendirmeler sonucunda belirlenebilmektedir. Bulanık ASS yönteminin bir başka üstünlüğü de burada ortaya çıkmakta, sayısal verilerin

olmadığı ya da kullanılmadığı durumlarda, kalitatif verilerin de karşılaştırılmasına olanak sağlayan bir yaklaşım olarak karar vericiye destek olmaktadır. Örneğin tesis yeri seçiminde kullanılan, sayısal verilere ihtiyaç duyan, ağırlık merkezi, yükleme mesafesi, puanlama, ağırlıklı puanlama ve simülasyon gibi yöntemler, veri yetersizliği olması durumunda uygulanamamaktadır.

Yöntemin farklılığını daha iyi ortaya koyabilmek amacıyla, aynı değerlendirmenin klasik ASS yöntemi ile yapılması durumunda kararın nasıl etkileneceği gösterilmiştir. Klasik mantıkta değerlendirmenin sonuçları da bulunarak her iki yöntem arasında çıkan farklılıklar birbirini izleyen tablolar halinde sunulmuştur. AHS ve Bulanık AHS ise değerlendirmelerin yapılabilmesinde ASS ve Bulanık ASS gibi karşılıklı ilişkileri esas almadığından, bir başka deyişle, sadece hiyerarşik ilişkileri göz önüne alabildiğinden dolayı, AHS ve Bulanık AHS yönteminin bu koşullarda tanımlanan karar sürecinde uygulanması mümkün olmamıştır. Zaten bu karşılıklı etkileşimler konusunda yetersiz kalınması ASS yönteminin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Klasik ve Bulanık ASS yöntemleriyle yapılan hesaplamaların başka şekilde yapılıp yapılamayacağı düşünüldüğünde AHS ve Bulanık AHS yöntemlerinin bunun gibi hiyerarşik yapıda olmayan karşılıklı etkileşimlerin bulunduğu seçim kararlarında kullanılamayacağı görülmüştür.

Uygulama bölümünde sunulan tablolarda hesaplanan önem düzeyleri incelendiğinde, bazı değerlerin sıfır olduğu görülmektedir. Bu durum Bulanık AHS ve Bulanık ASS yöntemleri açısından karşılaşılabilecek doğal bir sonuçtur. Aynı hiyerarşi yapısında, ölçütler deterministik değerlerle ve klasik yaklaşımlar ile çözülsedydi sıfır çıkmayacak, ancak sıfıra çok yakın, önemsiz olmayan ölçütler olarak değerlendirilecekti. Bu durum, bağıl olarak diğer ölçütlerin çok daha ön planda olduğuna işaret etmektedir. Bulanık yaklaşımın, AHS ve ASS'deki subjektif değerlendirmelerdeki yanılmaları göz önüne almasının yanında, başka bir avantajı da bu noktada ortaya çıkmaktadır. Herhangi bir hiyerarşi düzeyinde yapılan ikili karşılaştırmalar sırasında, grubunun içinde tüm ölçütlere göre önemsiz kalan ölçüt veya ölçütler sıfır çıkarken, asıl üzerinde durulması ve göz önüne alınması gereken ölçütün/ölçütlerin önem düzeyi artarak karar verme sürecinin başarısına olumlu katkı sağlamaktadır. Böyle bir duruma örnek olarak, belirli bir ölçüt grubu için bir karşılaştırma yapmak gerekirse, Bulanık AHS ile hesaplanan önem düzeyleri (0;

0,17; 0,83) olarak bulunurken, klasik AHS ile hesaplanan değerler (0,12; 0,27; 0,61) şeklinde elde edilmiştir. Karar verme ortamının bulanık olması durumunda, aslında ilk ölçütün göz önüne alınmayacak kadar az öneme sahip olduğu ve üçüncü ölçütün de asıl gözetilmesi gereken ölçüt ya da seçenek olduğu vurgulanmaktadır. Karar verme ortamında, her türlü durum açıksa, çevresel olarak hiçbir belirsizlik öngörülüyorsa ve karar vericilerin değerlendirmelerinde herhangi bir yanılğı olmadığı varsayılabiliriyorsa, böyle bir koşulda klasik yöntemin uygulanması söz konusu olabilir. Ancak, özellikle ülkemiz ekonomik koşullarının değişkenlik düzeyi ve insani değerlendirmelerdeki yanılma payı düşünüldüğünde, karar sürecini belli bir yanılğı payı ve bulanık değişkenlerle modellemek, her geçen gün kaçınılmaz olmaktadır.

Klasik AHS yönteminde ağırlıkların hesaplanıp alternatiflerin önem düzeylerinin bulunmasında Expert Choice programı kullanılmakta, ASS yönteminde ise SuperDecision programı yardımcı olmaktadır. Buna karşılık, bulanık hesaplamaların yapılmasında kullanılan bir program bulunmamaktadır. Bu ihtiyaç gözetilerek, hesaplamaların sadece konunun uzmanı kişiler tarafından değil, temel düzeyde yöntemi öğrenen uygulamacılar tarafından da kolay ve etkin kullanımını sağlamak amacıyla bir yazılım aracı geliştirilmiştir. Hemen her firmanın bilişim portföyünde MS-Office yazılımının bulunması ve bu yazılımın geliştirme modüllerinin sağladığı avantajlar gözetilerek, MS-Excel programının bünyesinde bulunan VBA geliştirme ortamı kullanılmıştır. MS-Excel VBA modülleri ile Bulanık AHS/ASS hesaplamalarına ilişkin program fonksiyonları hazırlanıp, mevcut menü listesine eklenerek kullanım kolaylığı sağlanmıştır. Bu yazılım aracında, klasik ve Bulanık AHS hesaplamalarının yapılması için gereken verilerin girişi için, doğrudan değer seçimi sağlayarak hatalı veri girişi riskini ortadan kaldıran kullanıcı veri giriş formları tasarlanmıştır. Böylece, yöntem bilgisi açısından her düzeyden karar vericinin kullanımına hazır hale getirilmiştir. Bu yönüyle değerlendirildiğinde, çalışmanın, yöntemin yaygınlaşmasına da katkı sağladığı düşünülmektedir.

Özellikle bulanık ve belirsiz veri ortamlarında kullanılabilmesi ve sözel olarak ifade edilen ölçütleri de ele alabilmesi öznel değerlendirmelere dayanan çok ölçütlü karar verme yöntemlerinin en önemli avantajını oluştururken, kantitatif karar verme teknikleriyle karşılaştırılamaması yöntem için olmasa da uygulayıcı için bir dezavantaj oluşturmaktadır. Bu noktadaki genel yaklaşım, sayısal veri elde

edilebiliyorsa sayısal verinin niteliğine uygun bir kantitatif yöntemin tercih edilmesidir. Veriler belirsizleştikçe ve karar verme ölçütlerinin tanım biçimi sözele doğru değıştikçe bu tercih kalitatif yöntemlerden yana yer değıştirmektedir. Bu nedenle en uygun yöntem koşullara en iyi uyum sağlayarak çözüm bulan yöntem olarak görölmektedir ve dolayısıyla bu durum, farklı veri koşullarında çalışan yöntemlerin birbirinin yerini tutmaması doğal sonucunu doğurmaktadır. Kalitatif karar verme tekniklerinin kendi içinde karşılaştırılması bile henüz tartışılan bir noktadır (YA/EM 2007). Çünkü her bir kalitatif yöntem, kendi koşulları içinde sonuç vermektedir. Kalitatif karar verme teknikleri üzerinde çalışan akademisyenlerin de bilimsel toplantılarda (YA/EM 2007) dile getirdiği en önemli nokta, sayısal verilerin kayıtlanmadığı ya da elde edilemediği karar verme problemlerine, bu yöntemlerin sistematik ve başarılı bir karar destek oluşturduğu yönündedir. Çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden olan AHS, ASS, Bulanık AHS ve Bulanık ASS'de sadece sayısal değil, niteliksel verilerin de karşılaştırılıp değerlendirme sürecine katılması yoluyla ortaya çıkmakta ve bir grup kararı ortaya çıkarılmaya çalışılmaktadır. Dolayısı ile bu yöntemler, kendi uygulama koşulları gerçekleştiğinde tercih edilmekte ve başarılı bulunmaktadır.

Bulanık ASS yöntemi, aynı koşulların sağlanamadığı matematiksel modeller ve benzeri kantitatif yöntemlerle karşılaştırılmamaktadır. Kendisine en yakın yöntem olan klasik ASS ile bile farklı koşullar taşıyabilmektedir. Bulanık ASS modelinin öznel uzman görüşlerini yansıttığını, rasgele sonuçlar vermediğini ortaya koymak amacıyla, yöntem için rasgele değerlendirmeler üreten Monte Carlo Simülasyon modeli oluşturulmuş ve simülasyon sonuçlarıyla, karar vericilerin sağladığı verilere ilişkin sonuçlar karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, rasgele üretilen değerlendirmelerin, Bulanık ASS modeli açısından, problemin doğasıyla tutarsız değerler verdiği saptanmıştır. Bulanık ASS ve benzeri yöntemlerin başarısı, işletmelerde aynı problem için üst yönetimce verilen kesin karara etkisiyle ölçülmelidir. Uygulama sürecinde Bulanık ASS'nin hesaplamaları bu çalışma kapsamında sürerken, eş zamanlı olarak yeni tesis yeri seçimi için firma üst yönetiminin toplantıları sürmekteydi ve modelin sonucunda elde edilen kararın, üst yönetimin kararıyla örtüşmesi, firma yöneticilerini de etkilemişti. Böyle bir karşılaştırma, yöntemin başarısı konusunda en azından bir ipucu vermektedir.

Özetle, bu çalışma kapsamında, ASS yönteminin verilerin belirsiz olduğu ortamlarda da çalışmasını sağlayan bir Bulanık ASS modeli ortaya konulmuştur. Geliştirilen modelin uygulanabilirliğini göstermek amacıyla, ASS ve benzeri yöntemlerin çokça uygulandığı tesis yeri seçimi konusunda ortaya çıkan gerçek bir işletme problemi ele alınmış ve sonuçları klasik yaklaşımla karşılaştırmalı olarak sunulmuş ve yorumlanmıştır. Bu süreç problemin ortaya çıktığı işletme bünyesindeki yöneticilere karar desteği sağlamış ve tutarlı bir sonuç olarak değerlendirilerek olumlu karşılanmıştır. Bulanık ASS modeli literatürde henüz tam olarak oturmamış, henüz çok yeni olan ve önerilen modellerle geliştirilen bir yöntemdir. Bu yönüyle bakıldığında, yapılan tez çalışması ile bu konudaki gelişmelere bir katkı yapılmıştır.

Bulanık ASS ve türevi olan yöntemlerin tasarım ve uygulama aşamaları her geçen gün gelişme göstermektedir. ,Uygulanabilirliğinin ve etkinliğinin artırılması için oluşturulan formun yapısı geliştirilebilmekte, çeşitli kademelerdeki karar vericilere eğitimler verilerek, aynı koşullarda farklı karar süreçlerinde de kullanılması teşvik edilerek kullanım alanının artırılması sağlanabilmektedir. İşletme içinde alınan köklü kararların olumsuz sonuçlarının ne kadar maliyetli olduğu göz önüne alındığında, böylesi pratik bir karar destek modeline başvurulması durumunda, karar vericilere sağlam temellere dayanan, kendi tecrübelerini yansıtan sistematik bir yaklaşım sağlanmış olacaktır. Niteliksel değerlendirmelere dayanan mevcut yöntemlerin uygulanmasına yönelik çalışmalar literatürde hızla artan bir eğilim göstermekte, farklı koşullar için yeni yöntem arayışları da aynı eğilimle sürmektedir. Buradan yola çıkarak, Bulanık ASS yönteminin de gelecekte farklı koşullar için geliştirilebileceği söylenebilir.

KAYNAKLAR

1. Ackerman KB. (1996). Pitfalls in Logistics Partnerships. *International Journal Of Physical Distribution And Logistics Management*. 26(3):35–7.
2. Agarwal, Ashish. Shankar, Ravi. Tiwari, M.K. (2006). Production, Manufacturing And Logistics Modeling The Metrics Of Lean, Agile And Leagile Supply Chain: An Anp-Based Approach. *European Journal Of Operational Research*. 173. 211–225
3. Aktaş E., Ulengin F. (2005). Outsourcing Logistics Activities in Turkey. *The Journal Of Enterprise Information Management*. 18(3):316-329.
4. Anderson D, Norrman A. (2002). Procurement Of Logistics Services-A Minutes Work Or A Multi Year Project? *European Journal Of Purchasing And Supply Management*. 8:3-14.
5. Anonymous. (1999). Service Levels in The Third Party Logistics Market. Report Prepared For The Department Of National Defense, Canada, Convensco Limited, Toronto, Ont., Canada
6. Babbar S, Prasad S. (1998). International Purchasing Inventory Management And Logistics Research. *International Journal Of Operations And Production Management*. 18(1):6–36.
7. Badri, M.A. (1999). Combining The Analytic Hierarchy Process And Goal Programming For Global Facility Location—Allocation Problem, *International Journal Of Production Economics*, 62 (3), 237–248
8. Bagchi PK, Virum H. (1998). Logistical Alliances: Trends And Prospects In Integrated Europe. *Journal Of Business Logistics*. 19(1): 191–213.
9. Bandemer, Hans. Gottwald, Siegfried. (1995). John Wiley & Sons Ltd. Chichester.

10. Belton V., Hodgkin J. (1999). Facilitators, Decision Makers, D.I.Y. Users: Is Intelligent Multicriteria Decision Support Feasible Or Desirable?. *European Journal Of Operational Research*. 113: 247-260.
11. Berman, O., Drezner, Z., Wesolowsky, G.O. (2001). Location Of Facilities On A Network With Groups Of Demand Points, *IIE Transactions*, 33 (8), 637–648.
12. Bhatnagar R, Sohal AS, Millen R. (1999). Third Party Logistics Services: A Singapore Perspective. *International Journal Of Physical Distribution And Logistics Management*. 29(9):569–87.
13. Boyson S, Corsi T, Dresner M, Rabinovich E. (1999). Managing Third Party Logistics Relationships: What Does It Take. *Journal Of Business Logistics*. 20(1):73–100.
14. Bozbura, F. Tunc. Beşkese, Ahmet. (2006). Prioritization Of Organizational Capital Measurement Indicators Using Fuzzy AHP. *International Journal Of Approximate Reasoning*. (Baskıda makale)
15. Bozbura, F. Tunc, Beşkese, Ahmet. Kahraman, Cengiz. (2006). Prioritization Of Human Capital Measurement Indicators Using Fuzzy AHP. *Expert Systems With Applications*. (Baskıda makale)
16. Bradley P. (1994). What Really Matters?. *Purchasing*. 14th July: 66–71.
17. Butt, S.E., Cavalier, T.M. (1996). Efficient Algorithm For Facility Location in The Presence Of Forbidden Regions, *European Journal of Operational Research*, 90(1), 56–70.
18. Canel, C., Khumawala, B.M., Law, J. Loh, A. (2001). Algorithm For The Capacitated, Multi-Commodity Multi-Period Facility Location Problem, *Computers And Operations Research*, 28 (5), 411– 427.

19. Carlsson, Christer. Fuller, Robert. (2002). *Fuzzy Reasoning In Decision Making And Optimization: Studies In Fuzziness And Soft Computing*. Physica – Verlag Heidelberg. New York.
20. Chang, D.-Y. (1992). Extent Analysis and Synthetic Decision, Optimization Techniques and Applications, *World Scientific*, Singapore, Vol: 1. p. 352.
21. Chang, D.Y. (1996). Applications of the Extent Analysis Method on Fuzzy-AHP. *European Journal of Operational Research*, 95: 649-655.
22. Chen, Guoqing. Wei, Qiang. (2002). Fuzzy Association Rules And The Extended Mining Algorithms. *International Journal Of Information Sciences*. 147.
23. Chen, Mei-Fang. Tzeng, Gwo-Hsiung. (2004). Combining Grey Relation and TOPSIS Concepts For Selecting An Expatriate Host Country. *Mathematical And Computer Modelling*. 40.
24. Chen, Zhen. Clements-Croome, Derek. Hong, Ju. Li, Heng. Xu, Qian. (2006a). A Multicriteria Lifespan Energy Efficiency Approach To Intelligent Building Assessment. *Energy And Buildings*. 38. 393–409
25. Chen, Hsing Hung. Lee, Amy H.I. Tong, Yunhuan. (2006b). Analysis Of New Product Mix Selection At TFT-LCD Technological Conglomerate Network Under Uncertainty. *Technovation*. 26. 1210–1221
26. Cheng, An-Chin. Chen, Chung-Jen. Chen, Chia-Yon. (2006). A Fuzzy Multiple Criteria Comparison Of Technology Forecasting Methods For Predicting The New Materials Development. *Technological Forecasting & Social Change*. (Baskida makale)
27. Cheng, Ching-Hsue. (1996). Evaluating Naval Tactical Missile Systems By Fuzzy AHP Based On The Grade Value Of Membership Function. *European Journal Of Operational Research*. 96.

28. Cheng, Ching-Hsue. Yang, Kuo-Lung. Hwang, Chia-Lung. (1999). Evaluating Attack Helicopters By AHP Based On Linguistic Variable Weight. *European Journal Of Operational Research*. 116.
29. Chung, Shu-Hsing. Lee, Amy H.I. Pearn, W.L. (2005). Analytic Network Process (ANP) Approach For Product Mix Planning In Semiconductor Fabricator. *International Journal of Production Economics*. 96. 15–36
30. Closs JC, Goldsby TJ, Clinton SR. (1997). Information Technology Influences On World-Class Logistics Capability. *International Journal Of Physical Distribution And Logistics Management*. 27(1):4–17.
31. Comley, W.J. (1995). Location Of Ambivalent Facilities: Use Of A Quadratic Zero-One Programming Algorithm, *Applied Mathematical Modeling*, 19 (1), 26–29.
32. Çiftçiabaşı, Turhan. Halıcıoğlu, Uğur. (1995). *Akıllı Sistemler*. Türkiye Elektrik Mühendisleri Odası.
33. Davey, Ann. Olson, David. (1998). Multiple Criteria Decision Making Models In Group Decision Support. *Group Decision And Negotiation*, 7
34. Davis, Lesley. Williams, Glyn. (1994). Selecting Simulation Software Using The Analytic Hierarchy Process. *Integrated Manufacturing Systems*. 5 (1).
35. Demir, M. Hulusi. Gümüsoğlu, Şevkinaz. (2003): *Üretim Yönetimi İşlemler Yönetimi*. Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş. İstanbul
36. Drezner, T. Drezner, Z. (2007). The Gravity P-Median Model. *European Journal Of Operational Research* 179, 1239–1251.
37. Dyer, R.F. Forman, E.H. (1991). *An Analytic Approach To Marketing Decisions*. Prentice Hall.

38. Erdem, Sabri. Kavrukkoca, Güzin. (2002): Sürekli İyileştirme Projelerinin Seçiminde Analitik Hiyerarşi Süreci Yönteminin Kullanılması. 1. *Ulusal Kalite Fonksiyon Göçerimi Sempozyumu*.
39. Erdogmuş, Şenol. Kapanoglu, Muzaffer. Koç, Eylem. (2005). Evaluating High-Tech Alternatives By Using Analytic Network Process With BOCR And Multiactors. *Evaluation And Program Planning*. 28. 391–399
40. Elmas, Çetin. (2003a). *Yapay Sinir Ağları (Kuram, Mimari, Eğitim, Uygulama)*. Seçkin Yayıncılık. Ankara
41. Elmas, Çetin. (2003b). *Bulanık Mantık Denetleyiciler (Kuram, Uygulama, Sinirsel Bulanık Mantık)*. Seçkin Yayıncılık. Ankara
42. Fenton, N. Neil, M. (2001). Making Decisions: Using Bayesian Nets And MCDA. *Knowledge Based Systems*. 14. 307-325
43. Forgionne, Guisseppi A. Kohli, Rajiv. Jennings, Darniet (2002). An AHP Analysis Of Quality in AI And DSS Journals. *The International Journal Of Management Science.Omega* 30. 171 – 183
44. Gattorna JL, Walters DW. (1996). *Managing The Supply Chain: A Strategic Perspective*. London: Macmillan.
45. Gemitzi, A., Tsihrintzis, V.A., Christou, O., Petalas C. (2007). Use Of GIS in Siting Stabilization Pond Facilities For Domestic Wastewater Treatment. *Journal Of Environmental Management*, 82, 155–166.
46. Genest, C, S.-S. Zhang (1996). A Graphical Analysis Of Ratio-Scaled Paired Comparison Data. *Management Science*, 42 (3)
47. Gu, Xiangbai. Zhu, Qunxiong. (2004). Fuzzy Multi-Attribute Decision-Making Method Based On Eigenvector Of Fuzzy Attribute Evaluation Space. *Decision Support Systems*.

48. Güneş, Mustafa. (1997). Klasik Mantığa Alternatif: Bulanık Mantık Ve Yöneylem Tekniklerine Uygulanması. 3. *Ulusal Ekonometri Ve İstatistik Sempozyumu*.
49. Hasgöl, Filiz. Koparal, Celil (2004). Bilgi Teknolojilerinin Değişim Kararlarında Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanımı. *YA/EM'2004 - Yöneylem Araştırması/Endüstri Mühendisliği - XXIV Ulusal Kongresi*, 15-18 Haziran 2004, Gaziantep - Adana
50. Heizer, Jay. Render, Barry. (2003). *Operations Management*, 8th Edition. Pearson Education Inc. New Jersey.
51. Ho, Nguyen C. Nam, Huynh V. (2002). An Algebraic Approach To Linguistic Hedges In Zadeh's Fuzzy Logic. *Fuzzy Sets And Systems*. 129.
52. Hua, Lu Min. Madu Christian Ini., Kuei Chua-Hua, Winokur, Dena. (1994). Integrating QFD, AHP And Benchmarking In Strategic Marketing. *Journal Of Business & Industrial Marketing*, 9 (1).
53. Huang, Jih-Jeng. Tzeng, Gwo-Hshiung. Ong, Chorng-Shyong. (2005). Multidimensional Data In Multidimensional Scaling Using The Analytic Network Process. *Pattern Recognition Letters*. 26. 755–767
54. Hum SH. (2000). A Hayes–Wheelwright Framework For Strategic Management Of Third Party Logistics Services. *Integrated Manufacturing Systems*. 11(2):132–7.
55. Hung, Ming-Lung. Yang, Wan-Fa. Ma, Hwong-Wen. Yang, Ya-Mei. (2005). A Novel Multiobjective Programming Approach Dealing With Qualitative And Quantitative Objectives For Environmental Management. *Ecological Economics*.
56. Huynh, V.N. Ho, T.B. Nakamori, Y. (2002). A Parametric Representation Of Linguistic Hedges In Zadeh's Fuzzy Logic, *International Journal Of Approximate Reasoning*. 30.

57. İç, Yusuf Tansel. Yurdakul, Mustafa. (2002). Bankacılık Sektöründe Kredi Kararlarının Verilmesinde Analitik Hiyerarşi Süreci Ve Hedef Programlama Yöntemlerinin Kullanılması. 1. *Ulusal Kalite Fonksiyon Göçerimi Sempozyumu*.
58. İç, Yusuf Tansel. Yurdakul, Mustafa. (2002). İmalat Firmalarının Başarısını Derecelendiren Bir Performans Ölçüm Sistemi. 1. *Ulusal Kalite Fonksiyon Göçerimi Sempozyumu*.
59. Jharkharia S., Shankar R. (2005). Selection Of Logistics Service Provider: An Analytic Network Process (ANP) Approach. *The International Journal of Management Science*. Article in Press.
60. Kahalekai, L. Phillips, L. (2002). Using ANP Methodology For The Analysis, Evaluation And Recommendation Of Courses Of Action Based On Economic, Political, Sociological, Cultural, And Psychological Factors Critical To Operations Other Than War, *Huntsville Simulation Conference*, Huntsville, Alabama, 9-10 Ekim, 2002.
61. Kahraman, Cengiz. Ruan, Da. Doğan, İbrahim. (2003). Fuzzy Group Decision-Making For Facility Location Selection. *Information Sciences*. 157. 135–153
62. Kahraman, Cengiz. Cebeci, Ufuk. Da Ruan. (2004). Multi-Attribute Comparison Of Catering Service Companies Using Fuzzy AHP: The Case Of Turkey. *International Journal of Production Economics*. 87.
63. Kahraman, Cengiz. Ertay, Tijen. Büyüközkan, Gülçin. (2006). A Fuzzy Optimization Model For QFD Planning Process Using Analytic Network Approach. *European Journal of Operational Research*. 171. 390–411
64. Kang, He-Yau. Lee, Amy H.I. (2007). Priority Mix Planning For Semiconductor Fabrication By Fuzzy AHP Ranking. *Expert Systems With Applications*. 32. 560–570

65. Karsak, Ertuğrul. Sözer, Sevin. Alptekin, S. Emre. (2002). Product Planning In Quality Function Deployment Using A Combined Analytic Network Process And Goal Programming Approach. *Computers & Industrial Engineering*. 44. 171–190
66. Kaynak, Oktay. Armağan, Gülçin. (1992). Bulanık Mantık. *Otomasyon Dergisi*.
67. Kengpol, Athakorn. Tuominenb, Markku. (2006). A Framework For Group Decision Support Systems: An Application In The Evaluation Of Information Technology For Logistics Firms. *Int. J. Production Economics*. 101. 159–171
68. Kreng, Victor B. Wu, Chao-Yi. (2007). Decision Support Evaluation Of Knowledge Portal Development Tools Using A Fuzzy AHP Approach: The Case Of Taiwanese Stone Industry. *European Journal Of Operational Research*. 176. 1795–1810
69. Klir, George J. Folger, Tina A. (1988). *Fuzzy Sets Uncertainty And Information*. Prentice-Hall Inc. New Jersey
70. Klose, A. (1998). Branch And Bound Algorithm For An Uncapacitated Facility Location Problem With A Side Constraint. *International Transactions On Operations Research*, 5(2), 155-168.
71. Kocakalay, Şafak. Özdemir, Müjgan Sağır. Işık, Alim. (2004): Analitik Serim Süreci Tekniği İle Pazar Payı Tahmini. *YA/EM 2004 Yöneylem Araştırması / Endüstri Mühendisliği XXIV. Ulusal Kongresi*, 15-18 Haziran 2004. Gaziantep-Adana
72. Kosko, Bart. (1993). *Fuzzy Thinking: The New Science Of Fuzzy Logic*. Southern California University.
73. Kulak, Osman. Kahraman, Cengiz. (2005). Fuzzy Multi-Attribute Selection Among Transportation Companies Using Axiomatic Design And Analytic Hierarchy Process. *Information Sciences*. 170.

74. Kumar De, Supriya. Biswas, Ranjit. Ranjan Roy, Akhil. (2000). Some Operations On Intuitionistic Fuzzy Sets. *Fuzzy Sets And Systems*. 114.
75. Kumar, N.V., L.S. Ganesh (1996). A Simulation-Based Evaluation Of The Approximate And The Exact Eigenvector Methods Employed In AHP. *European Journal Of Operational Research*. 95.
76. Kuo, R.J. Chi, S.C. Kao, S.S. (1999). A Decision Support System For Locating Convenience Store Through Fuzzy AHP. *Computers & Industrial Engineering*. 37.
77. Kuo, R.J. Chi, S.C. Kao, S.S. (2002). A Decision Support System For Selecting Convenience Store Location Through Integration Of Fuzzy AHP And Artificial Neural Network. *Computers In Industry*. 47.
78. Laarhoven, P.J.M., Pedrycz, W. (1983). A Fuzzy Extension Of Saaty's Priority Theory. *Fuzzy Sets And Systems*, 11: 229–241.
79. Langley CJ, Allen GR, Tyndall GR. (2002). *Third-Party Logistics Study 2002: Results And Findings Of The Seventh Annual Study*. Illinois, USA: Council of Logistics Management.
80. Labib Ashraf W., O'Connor Richard F., Williams Glyn B. (1998). An Effective Maintenance System Using The Analytic Hierarchy Process. *Integrated Manufacturing Systems*. 9 (2).
81. Lee, Amy H.I., Chen, Wen-Chin. Chang, Ching-Jan. (2006). A Fuzzy AHP And BSC Approach For Evaluating Performance Of IT Department In The Manufacturing Industry In Taiwan. *Expert Systems With Applications*.
82. Lee, Jin Woo. Kim, Soung Hie. (2000). Using Analytic Network Process And Goal Programming For Interdependent Information System Project Selection. *Computers & Operations Research*. 27. 367-382

83. Leung, L.C. Cao, D. (2000). On Consistency And Ranking Of Alternatives In Fuzzy AHP. *European Journal Of Operational Research*. 124.
84. Lu Min Hua, Madu Christian Ini., Kuei Chua-Hua, Vvinokur Dena. (1994). Integrating QFD, AHP And Benchmarking In Strategic Marketing. *Journal Of Business & Industrial Marketing*, 9 (1).
85. Lynch CF. (2000). *Logistics Outsourcing: A Management Guide*. Illinois, USA: Council Of Logistics Management Publications
86. Maltz AB. (1995). Why You Outsource Dictates How. *Transportation And Distribution*. March:73–80.
87. Meade, L., Liles D.H. Sarkis, J. (1997). Justifying Strategic Alliances And Partnering: A Prerequisite For Virtual Enterprising. *Omega International Journal Of Management Science*, 25 (1).
88. Melkote, S., Daskin, M.S. (2001). Capacitated Facility Location/Network Design Problems, *European Journal Of Operational Research*, 129 (3), 481–495.
89. Mohanty RP, Deshmukh SG. (1993). Use Of Analytic Hierarchy Process For Evaluating Sources Of Supply. *International Journal Of Physical Distribution And Logistics Management*. 23(3). 22–8.
90. Moisiadis, Frank. (1999). Improving The Scales Used in AHP For QFD. *Transactions From The Eleventh Symposium On Quality Function Deployment*. Haziran 12-18
91. Monsuur, H. (1996). An Intrinsic Consistency Threshold For Reciprocal Matrices. *European Journal Of Operational Research*. 96
92. Muralidharan C, Anantharaman N., Pugazhendhi S., Desmukh S.G. (1999). Application Of Control Charts In Analytic Hierarchy Process. *Production Planning & Control*, 10 (2)

93. Nanthavanij, S., Yenradee, P. (1999). Predicting The Optimum Number, Location, And Signal Sound Level Of Auditory Warning Devices For Manufacturing Facilities, *International Journal Of Industrial Ergonomics*, 24 (6), 569–578.
94. Neaupane, K.M. Piantanakulchai, M. (2006). Analytic Network Process Model For Landslide Hazard Zonation. *Engineering Geology*. 85. 281–294
95. Nezhad, H.G., A. Baharlou. (1991). To Drill Or Not To Drill: A Synthesis Of Experts Judgments. *International Journal Of Systems Science*. 22 (9)
96. Niemira, Michael P. Saaty, Thomas L. (2004). An Analytic Network Process Model For Financial-Crisis Forecasting. *International Journal Of Forecasting*. 20. 573– 587
97. Nobuaki, S., Akira, U., Atsushi, D., Akira, O., Seiji, S., Satoshi, H. (1998). Commercial Facility Location Model Using Multiple Regression Analysis, *Computers Environment And Urban Systems*, 22 (3) 219–240.
98. Nydick, R.L. Ve Hill, R.P. (1992). Using The Analytic Hierarchy Process To Structure The Supplier Selection Procedure. *International Journal Of Purchasing And Materials Management*, 28 (2).
99. Partovi, Fariborz Y. (2007). An Analytical Model Of Process Choice In The Chemical Industry. *International Journal of Production Economics*. 105. 213–227
100. Partovi, Fariborz Y. (2006). An Analytic Model For Locating Facilities Strategically. *Omega*. 34. 41 – 55
101. Partovi Fariborz Y. (1994). Determining What To Benchmark: An Analytic Hierarchy Process Approach. *International Journal Of Operations & Production Management*, 14 (6)

102. Pedrycz, Witold. (1993). *Fuzzy Control And Fuzzy Systems*. Second Extended Edition. John Wiley & Sons Inc.
103. QFD Institute. (1999). Quality Function Advanced Seminar Notes. Michigan. MI
104. Rabinovich, E. Windle, R. Dresner, M. Corsi, T. (1999). Outsourcing of integrated logistics functions: an examination of industry practices. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*. 29 (6). 353–73.
105. Rangone Andrea. (1996). An Analytical Hierarchy Process Framevwork For Comparing The Overall Performance Of Manufacturing Departments. *International Journal Of Operations & Production Management*, 16 (8).
106. Ravi, V. Shankara, Ravi. Tiwarib, M.K. (2005). Analyzing Alternatives In Reverse Logistics For End-Of-Life Computers: Anp And Balanced Scorecard Approach. *Computers & Industrial Engineering*. 48. 327–356
107. Razzaque MA, Sheng CC. (1998). Outsourcing of logistics functions: a literature survey. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 28(2):89-107.
108. Render Barry, Stair Ralph M.(1991). *Quantitative Analysis For Management*, 4th Edition, Allyn And Bacon, Massachusetts.
109. Richardson HL. 1993. Contracts build relationships. *Transportation and Distribution*. November:53–5.
110. Roper-Lowe, G.C. Sharp, J.A. (1990). The Analytic Hierarchy Process And Its Application To An Information Technology Decision. *Journal Of The Operational Research Society*. 41 (49-59)
111. Russell, Roberta S. Taylor, Bernard W. (2004). *Operations Management*. Prentice-Hall Inc. Upper Saddle River. New Jersey.

112. Saaty, Thomas L. Vargas, Luis G. (1994). *Decision Making With The AHP*, University Of Pittsburgh, USA.
113. Saaty, Thomas. L. (2001). *Decision Making With Dependence And Feedback: Analytic Network Process*, RWS Publications
114. Saaty, Thomas L., Tran, Liem T. (2007). On The Invalidity of Fuzzifying Numerical Judgments in The Analytic Hierarchy Process. *Mathematical and Computer Modelling*, 46, 962–975
115. Sankaran, J.K. (2007). On Solving Large Instances Of The Capacitated Facility Location Problem. *European Journal Of Operational Research*, 178, 663–676.
116. Sarkis, Joseph. (1999). A Methodological Framework For Evaluating Environmentally Conscious Manufacturing Programs. *Computers & Industrial Engineering*. 36.
117. Sarkis, Joseph. (1998). Evaluating Environmentally Conscious Business Practices. *European Journal Of Operational Research*. 107.
118. Senne, E.L.F., Lorena, L.A.N., Pereira, M.A. (2005). A Branch-And-Price Approach To P-Median Location Problems. *Computers & Operations Research*, 32, 1655–1664
119. Sheu, Jiu-Biing. (2004). A Hybrid Fuzzy-Based Approach For Identifying Global Logistics Strategies. *Transportation Research*. 40.
120. Stank TP, Daugherty PJ. 1997. The Impact Of Operating Environment On The Formation Of Cooperative Logistics Relationships. *Transportation Research-E (Logistics And Transportation Review)*. 33(1):53–65.
121. Stock GN, Greis NP, Kasarda JD. (1998). Logistics Strategy And Structure—A Conceptual Framework. *International Journal Of Operations And Production Management*. 18(1):37–52.

122. Sweeney, Williams Anderson. (1986). *Quantitative Methods For Business*.
123. Şen, Zekai. (2001). *Bulanık Mantık Ve Modelleme İlkeleri*. Bilge Sanat Yapım. İstanbul
124. Taha, Hamdy A. (2003). *Operations Research*. Pearson Education Inc. Fayetteville
125. Taha, Hamdy A. (1997). *Operations Research*. Pearson Education Inc. Fayetteville
126. Tam, MCY. Tummala, VMR. (2001). An Application Of The AHP in Vendor Selection Of A Telecommunications System. *Omega: International Journal Of Management Science*. 29 (2). 171–82.
127. Taylor, Bernard W. (2002). *Introduction To Management Science*. Pearson Education Inc. New Jersey.
128. Terano, T. Asai, K. Sugeno, M. (1987). *Fuzzy Systems Theory And Its Applications*. Academic Press Inc. Boston.
129. Tesfamariam, Daniel. Lindberg, Bengt. (2005):Aggregate Analysis Of Manufacturing Systems Using System Dynamics And Anp. *Computers & Industrial Engineering*. 49 (2005) 98–117
130. Thompson TJ. (1996). *An Analysis Of Third Party Logistics And Implications For USAF Logistics*. Unpublished Masters Thesis, Air Force Institute of Technology/GTM/LAL/96S-15, September, Wright-Patterson Air Force Base, Ohio, submitted.
131. Tolga, Ethem. Demircan, Murat Levent. Kahraman, Cengiz. (2005) Operating System Selection Using Fuzzy Replacement Analysis And Analytic Hierarchy Process. *International Journal of Production Economics*. 97.

132. Triantaphyllou Evangelos, Kovalerchuk Boris, Mann Lawrence Jr., Knapp Gerard M.(1997). Determining The Most Important Criteria In Maintenance Decision Making. *Journal Of Quality In Maintenance Engineering*, 3 (1).
133. Tsai, Ming-Chih. Su, Ying-So. (2002). Political Risk Assessment On Air Logistics Hub Developments in Taiwan. *Journal of Air Transport Management*. 8. 373–380
134. Türkbey, Orhan. (2003). Makine Sıralama Problemlerinde Çok Amaçlı Bulanık Küme Yaklaşımı. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*. 18 (2).
135. Tóth, B., Fernández, J. , Csendes,T. (2007). Empirical Convergence Speed Of Inclusion Functions For Facility Location Problems. *Journal Of Computational And Applied Mathematics*, 199, 384 – 389.
136. Tzeng,G-H., Teng, M-H, Chen, J-J., Opricovic, S. (2002). Multicriteria Selection For A Restaurant Location in Taipei. *Hospitality Management*, 21, 171–187.
137. Verter V. (2002). An Integrated Model For Facility Location And Technology Acquisition. *Computers & Operations Research*, 29, 583-592.
138. Wang, Tien-Chin. Chen, Yueh-Hsiang. (2007). Applying Consistent Fuzzy Preference Relations to Partnership Selection. *Omega*. 35. 384 – 388.
139. Wang, Ying-Ming. Luo, Ying Hua, Zhongsheng. (2008). On The Extent Analysis Method for Fuzzy AHP and Its Applications. *European Journal of Operational Research*. 186. 735–747
140. Webber, S.A., B. Apostolou, J.M. Hassell (1996). The Sensitivity Of The Analytic Hierarchy Process To Alternative Scale And Cue Presentations. *European Journal Of Operational Research*. 96.

141. Weck, M. Klocke, F. Schell, H. Riienauver, E. Evaluating Alternative Production Cycles Using The Extended Fuzzy AHP Method *European Journal Of Operational Research*. 100
142. Windi, Yoram. Thomas L. Saaty. (1980). Marketing Applications Of The Analytic Hierarchy Process. *Management Science*. 26 (7)
143. Wu, CR., Lin, C-T, Chen, H-C. (2007). Optimal Selection Of Location For Taiwanese Hospitals To Ensure A Competitive Advantage By Using The Analytic Hierarchy
144. Wu, Wei-Wen. Lee, Yu-Ting. (2006). Selecting Knowledge Management Strategies By Using The Analytic Network Process. *Expert Systems With Applications*. (Baskıda makale)
145. YA/EM. (2007). 27. Yöneylem Araştırmaları Ve Endüstri Mühendisliği Kongresi. TMMOB Makine Mühendisleri Odası Şubesi. İzmir
146. Yaşaroğlu, Banu Atrek. Özdağoğlu, Güzin. Özdağoğlu, Aşkın. (2006). Fuzzy Logic-Based Decision Making Model On Selection And Evaluation Of Logistics Service Providers Within A Firm. 4. *International Logistic And Supply Chain Congress. The Era Of Collaboration Through Supply Chain Networks*. İzmir Ekonomi Üniversitesi. İzmir. Türkiye. 29-30 Kasım, 1 Aralık 2006.
147. Yenginol, Fatih. (2000). *Yeni Ürün Geliştirmede Müşteri İstek Ve İhtiyaçlarını Teknik Karakteristiklere Dönüştürmeyi Sağlayan Bir Yöntem: Kalite Fonksiyon Göçerimi*. Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. Yayınlanmamış Doktora Tezi. İzmir
148. Yu, Jing-Run. Cheng, Sheu-Ji. (2006). An Integrated Approach For Deriving Priorities in Analytic Network Process. *European Journal of Operational Research*
149. Yu, Chian-Son. (2002): A GP-AHP Method For Solving Group Decision-Making Fuzzy AHP Problems. *Computers & Operations Research*. 29.

150. Zadeh, L.A. (1987). *Fuzzy Sets And Applications: Selected Papers By L.A. Zadeh*. John Wiley & Sons Inc.
151. Zahedi, F. (1986). The Analytic Hierarchy Process-A Survey Of The Method And Its Applications. *Interfaces*, 16 (4).
152. Zhu, Ke-Jun. Yu, Jing. Chang, Da-Yong. (1999). Discussion On Extent Analysis Method And Applications Of Fuzzy AHP. *European Journal Of Operational Research*. 116
153. Zimmermann, H.J. (1987). *Fuzzy Sets, Decision Making And Expert System*. Kluwer Academic Publishers. Boston.
154. Zimmermann, H.J. (1996). *Fuzzy Sets Theory And Its Applications*. Kluwer Academic Publishers. Boston.
155. Zultner, Richard. E. (2005). QFD Academic Greenbelt Notları.

BİBLİYOGRAFYA

Azadeh, A. Ghaderi, S.F. Izadbakhsh, H. (2007). Integration Of DEA And AHP With Computer Simulation For Railway System Improvement And Optimization. *Applied Mathematics And Computation*. X s. Xxx–Xxx

Banks, Jerry. (1999). Introduction To Simulation. Winter Simulation Congress.

Chan, Felix T.S. Jiang, Bing. Nelson, K. Tang, H. (2000). The Development Of Intelligent Decision Support Tools To Aid The Design Of Flexible Manufacturing Systems. *Int. J. Production Economics*. 65. s. 73-84

Chung, Christopher A. (2004). *Simulation Modeling Handbook A Practical Approach*. CRC Press. Boca Raton, Florida

Huang, Chi-Cheng. Chu, Pin-Yu. Chiang, Yu-Hsiu. A Fuzzy AHP Application In Government-Sponsored R&D Project Selection. *Omega*. (Baskıda makale)

Hwang, Heung-Suk. (2004). Web-Based Multi-Attribute Analysis Model For Engineering Project Evaluation. *Computers & Industrial Engineering*. 46.

Kuo, Yiyo. Yang, Taho. Cho, Chiwoon. Tseng, Yao-Ching. (2007). Using Simulation And Multi-Criteria Methods To Provide Robust Solutions To Dispatching Problems in A Flow Shop With Multiple Processors. *Mathematics And Computers in Simulation*. X. S. Xxx–Xxx

Li, Qing. Sherali, Hanif D. (2003). An Approach For Analyzing Foreign Direct Investment Projects With Application To China's Tumen River Area Development. *Computers & Operations Research*. 30. 1467–1485

Meade, L. Sarkis, J. (1998). Strategic Analysis Of Logistics And Supply Chain Management Systems Using The Analytic Network Process. *Logistics And Transportation Review*, 34 (3).

Özdemir, Müjgan Sağır. (2004). Analitik Serim Süreci Ve EM'deki Uygulamaları. YA/EM 2004 Yöneylem Araştırması / Endüstri Mühendisliği XXIV. Ulusal Kongresi, 15-18 Haziran 2004. Gaziantep-Adana

Saaty, T. L., (1980). The Analytical Hierarchy Process. McGraw Hill, New York.

Sarkis, Joseph. (2003). A Strategic Decision Framework For Green Supply Chain Management. *Journal Of Cleaner Production*. 11.

Sarkis, Joseph. (2003). Quantitative Models For Performance Measurement Systems-Alternate Considerations. *International Journal Of Production Economics*. 86.

Sarkis, Joseph. Sundarraj, R.P. (2002). Hub Location At Digital Equipment Corporation: A Comprehensive Analysis Of Qualitative And Quantitative Factors. *European Journal Of Operational Research*. 137.

Sekaran, Uma, (2000). *Research Methods For Business*, John Wiley & Sons, Inc. USA.

Shannon, Robert E. (1998). Introduction The Art And Science Of Simulation. Winter Simulation Congress.

Taşdelen, Arzu, (2002). *Öğretmen Adaylarının Farklı Psiko Sosyal Değişkenlere Göre Karar Verme Stilleri*. Yayımlanmamış Doktora Tezi. İzmir

Terninko, John, (1997). *Step By Step QFD Customer-Driven Product Design*, St. Lucie Press, Boca Raton, Florida.

<http://www.expertchoice.com/applications/hrmanagement.htm> (02.06.2005)

www.superdecisions.com/anp_intro.php3 (02.06.2005)

www.edpsciences.org/articles/ro/abs/2000/03/nishizaw/nishizaw.html (02.06.2005)

www.bus.sfu.ca/events/mcdm/mcdmprogram/ abstract1 (02.06.2005)

www.deas.harvard.edu/projects/weitzlab/psc/rwsesselmanoffer.doc (02.06.2005)