

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

Zeynep ÜNAL

TEDARİKÇİ SEÇİMİNDE BULANIK AHP ve TAGUCHI KAYIP
FONKSİYONUNUN KULLANIMI: BİR OTEL İŞLETMESİNDE UYGULAMA

Ekonometri Ana Bilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

Antalya, 2015

AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

Zeynep ÜNAL

TEDARİKÇİ SEÇİMİNDE BULANIK AHP ve TAGUCHI KAYIP FONKSİYONUNUN
KULLANIMI: BİR OTEL İŞLETMESİNDE UYGULAMA

Danışman

Doç. Dr. Özcan ASILKAN

Ekonometri Ana Bilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Antalya, 2015

Akdeniz Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğüne,

Zeynep ÜNAL'ın bu çalışması, jürimiz tarafından Ekonometri Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Programı tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Emre İPEKÇİ ÇETİN (İmza)

Üye (Danışmanı) : Doç. Dr. Özcan ASILKAN (İmza)

Üye : Doç. Dr. Gökhan AKYÜZ (İmza)

Tez Başlığı: Tedarikçi Seçiminde Bulanık AHP ve Taguchi Kayıp Fonksiyonunun Kullanımı:
Bir Otel İşletmesinde Uygulama

Onay : Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Tez Savunma Tarihi : 16/06/2015

Mezuniyet Tarihi : 25/06/2015

Prof. Dr. Zekeriya KARADAVUT
Müdür

İÇİNDEKİLER

ŞEKİLLER LİSTESİ.....	iv
TABLOLAR LİSTESİ.....	v
KISALTMALAR LİSTESİ.....	vi
ÖZET	vii
SUMMARY.....	viii
ÖNSÖZ.....	ix
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM

KARAR VERME

1.1 Karar Verme Kavramı	3
1.2 Karar Verme Türleri.....	4
1.2.1 Uzun Dönem ve Kısa Dönemde Uygulanan Kararlar	5
1.2.2 Programlanabilen (Rutin) ve Programlanamayan (Rutin Dışı) Kararlar.....	5
1.2.3 Kişi ve Grup Kararları	5
1.2.4 Belirlilik, Belirsizlik ve Risk Ortamında Kararlar.....	5
1.2.5 Alt ve Üst kademe kararları.....	6
1.3 Karar Süreci.....	6
1.4 Çok Kriterli Karar Verme	9
1.4.1 Çok Kriterli Karar Vermenin Özellikleri.....	10
1.4.2 Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri	11
1.4.2.1 Basit Toplam Ağırlıklı Model (SAW) (Simple Additive Weighted).....	11
1.4.2.2 Analitik Hiyerarşi Süreci ve Analitik Ağ Süreci (AHP ve ANP)	11
1.4.2.3 TOPSIS (Technique for Order Performance by Similarity to Ideal Solution) ..	12
1.4.2.4 VIKOR (VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje)	12
1.4.2.5 ELECTRE (ELimination Et Choice in Translating to REality).....	13
1.4.2.6 PROMETHEE (Prefrence Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluations).....	13
1.4.2.7 LINMAP (The Linear Programming Technique for Multidimensional Analysis of Preference)	13
1.4.2.8 SMART (Simple Multi-Attribute Rating Technique).....	14
1.4.2.9 DEMATEL(DECISION MAKING TRIAL AND EVALUATION LABORATORY)	14
1.4.2.10 GRA (Grey Relational Analysis/Gri İlişkisel Analiz)	15

İKİNCİ BÖLÜM

ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ

2.1	Analitik Hiyerarşi Prosesi Kavramı (AHP).....	16
2.2	AHP'nin Çözüm Adımları	18
2.3	AHP'nin Avantajları ve Dezavantajları	21
2.4	AHP Yönteminin İşletmecilik Alanındaki Uygulamalarına İlişkin Literatür Taraması.....	22

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BULANIK KARAR VERME

3.1	Bulanık Mantık.....	24
3.1.1	Bulanık Kümeler	26
3.1.2	Bulanık Sayılar	28
3.1.3	Üçgensel Bulanık Sayılar	29
3.1.4	Yamuk Bulanık Sayılar	30
3.1.5	Üyelik Fonksiyonlarının Belirlenmesinde Kullanılan Teknikler	31
3.1.6	Üçgensel Bulanık Sayılarla Aritmetik işlemler	32
3.1.7	Bulanık Sayıların Sıralanması Metodu.....	33
3.1.8	Bulanık Sayılarda Durulaştırma (Defuzzification).....	34
3.2	Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi.....	36
3.3	Literatürde Yer Alan Bazı Bulanık AHP Yaklaşımları.....	37
3.3.1	Von Laarhoven ve Pedrycz Yaklaşımı	37
3.3.2	Buckley Yaklaşımı	38
3.3.3	Entropi Ağırlığı Yaklaşımı (Cheng Entropi yöntemi).....	38
3.3.4	Chang Mertebe Analizi Yaklaşımı	38
3.4	Bulanık AHP'de Kullanılan Ölçekler	41
3.5	Bulanık AHP'de Tutarlılık Analizi	41
3.6	Bulanık AHP Yönteminin İşletmecilik Alanındaki Uygulamalarına İlişkin Literatür Taraması.....	42

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

TAGUCHİ METODU

4.1	Taguchi felsefesi ve Temel Prensipleri	45
4.2	Taguchi Kayıp Fonksiyonu	45

4.2.1	Nominal En İyi	46
4.2.2	En Küçük En İyi	48
4.2.3	En büyük En İyi.....	49
4.3	Taguchi Metodu Kullanarak Yapılmış Çalışmalar.....	50

BEŞİNCİ BÖLÜM

UYGULAMA

5.1	Tedarikçi Seçim Kararı	52
5.2	Tedarikçi Seçiminde Kullanılan Kriterler	54
5.2.1	Fiyat Ana Kriteri.....	54
5.2.2	Teslimat Ana Kriteri.....	55
5.2.3	Tedarikçi Performansı Ana Kriteri	55
5.2.4	Ürünün Kalitesi Ana Kriteri	56
5.2.5	Tedarikçi Sınıfı Ana Kriteri.....	56
5.3	AHP ve Taguchi Yöntemleri ile Tedarikçi Seçimi Uygulaması	56
5.3.1	AHP ile Ana Kriterlerin Ağırlıklandırılması	56
5.3.2	AHP ile Alt Kriterlerin Ağırlıklandırılması.....	60
5.3.2.1	Tedarikçi Performansı Kriterinin Alt Kriterlerinin Ağırlıklandırılması	60
5.3.2.2	Ürün Kalitesi Kriterinin Alt Kriterlerinin Ağırlıklandırılması.....	64
5.3.3	TAGUCHİ Yöntemi ile En İyi Tedarikçinin Seçimi.....	67
	SONUÇ	78
	KAYNAKÇA	80
	Ö Z G E Ç M İ Ş	88

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1 Karar Verme Sürecinin Akış Diyagramı	7
Şekil 2.1 Katmanlı Hiyerarşi	17
Şekil 2.2 Karşılaştırma Matrisi	18
Şekil 2.3 AHP Akış Diyagramı	20
Şekil 3.1 Klasik (a) ve Bulanık (b) Kümeler	27
Şekil 3.2 (a) Klasik Küme Sınırları ve (b) Bulanık Küme Sınırları	28
Şekil 3.3 Bulanık (a) ve Matematiksel (b) İfadeyle Boy Kavramı	29
Şekil 3.4 Üçgen Üyelik Fonksiyonu	29
Şekil 3.5 Yamuk Üyelik Fonksiyonu	30
Şekil 3.6 Bulanık Sistem Mimarisi	35
Şekil 3.7 M_1 ve M_2 'nin Kesişimi	40
Şekil 4.1 TV Setlerinin Renk Yoğunluğu	46
Şekil 4.2 Geleneksel Kayıp Anlayışı	47
Şekil 4.3 Taguchi Kayıp Fonksiyonu	47
Şekil 4.4 Küçük İyi İçin Kayıp Fonksiyonu	49
Şekil 4.5 Büyük İyi İçin Kayıp Fonksiyonu	49
Şekil 5.1 Satınalma Süreci Akış Planı	53
Şekil 5.2 Problemden Kullanılacak Kriterler	55
Şekil 5.3 Gıda Grubu İçin Ana Kriterlerin İkili Karşılaştırılması	57
Şekil 5.4 Ana Kriter Formunun Ekran Görüntüsü	57
Şekil 5.5 Tedarikçi Performansı Alt Kriterlerinin İkili Karşılaştırılması	60
Şekil 5.6 Ürün Kalitesi Alt Kriterlerinin İkili Karşılaştırılması	65
Şekil 5.7 Tedarikçi Performansı Değerlendirme Formu	70
Şekil 5.8 Teklif Formu	71
Şekil 5.9 Bir Ürün İçin En İyi Tedarikçi Seçim Ekranı	77

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 2.1 AHP İçin İkili Karşılaştırma Tablosu.....	17
Tablo 2.2 Ortalama Rassal Tutarlılık Tablosu.....	19
Tablo 3.1 Bulanık Analitik Hiyerarşik Prosesi Ölçeği	41
Tablo 5.1 Ana Kriterler İçin Karşılaştırma Matrisi	58
Tablo 5.2 Tedarikçi Performansı Alt Kriterlerinin Karşılaştırma Matrisi(1)	61
Tablo 5.3 Tedarikçi Performansı Alt Kriterlerinin Karşılaştırma Matrisi(2)	63
Tablo 5.4 Ürün Kalitesi Alt Kriterler Karşılaştırma Matrisi	65
Tablo 5.5 Kriterler ve Hesaplanan Ağılıklar	67
Tablo 5.6 Kriterler İçin Spesifikasyon Limitleri	68
Tablo 5.7 Fiyat Kriteri İçin Taguchi Kayıp Foksiyonu	71
Tablo 5.8 Teslim Zamanı Kriteri İçin Taguchi Kayıp Foksiyonu.....	72
Tablo 5.9 Tedarikçi Sınıfı Kriteri İçin Taguchi Kayıp Foksiyonu	73
Tablo 5.10 Tedarikçi Sınıfı Kriteri İçin Taguchi Kayıp Foksiyonu	74
Tablo 5.11 Tedarikçi Performansı Kriteri İçin Taguchi Kayıp Foksiyonu (1).....	75
Tablo 5.12 Tedarikçi Performansı Kriteri İçin Taguchi Kayıp Foksiyonu (2).....	75
Tablo 5.13 Tedarikçilerin Toplam Kayıp Değerleri.....	76
Tablo 5.14 En İyi Tedarikçi Seçimi İçin Karar Destek Sisteminin Sıralama Sonuçları	76

KISALTMALAR LİSTESİ

AHP	Analytic Hierarchy Process (Analitik Hiyerarşi Prosesi)
BAHP	Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi
ANP	Analytic Network Process (Analitik Ağ Prosesi)
SAW	Simple Additive Weighted (Basit Katkılı Ağırlıklandırma)
TOPSIS	Technique for Order Performance by Similarity to Ideal Solution (İdeal Çözüm İçin Benzerliğe Göre Tercih Sıralama Tekniği)
VIKOR	VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (Çok Kriterli Optimizasyon ve Uzlaşık Çözüm)
ELECTRE	Elimination et Choice in Translating to Reality (Gerçeğe Çevirmede Seçim Elemesi)
PROMETHEE	Preference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluations (Zenginleştirme Değerlendirmeleri İçin Teşkilatı Yöntemi Tercih Sıralama Organizasyonu Metodu)
DEMATEL	DEcision MAking Trial and Evaluation Laboratory (Karar Verme Denemesi ve Değerlendirme Laboratuvarı)
LINMAP	The Linear Programming Technique for Multidimensional Analysis of Preference (Tercihin Çok Yönlü Analizi için Doğrusal Programlama Tekniği)
SMART	Simple Multi-Attribute Rating Technique (Basit Çok Özellik Değerlendirme Tekniği)
GRA	Gray Relational Analysis (Gri İlişkisel Analiz)

ÖZET

Otele zamanında, kaliteli ve uygun fiyatlı ürün sağlayacak tedarikçilerle çalışmak, maliyetleri doğrudan, müşteri memnuniyetini ise dolaylı olarak etkilemektedir. Bu nedenle tedarikçi seçimi otel işletmesinde stratejik kararlardan biri olduğu için birçok kriteri bir arada değerlendirerek hızlı ve etkin verilmesi gereken çok önemli bir karardır. Birden fazla kriterin bir arada bulunduğu bu tür problemleri, çok kriterli karar verme tekniklerinden faydalanarak çözmek mümkündür.

Bu çalışmada karar verme süreç aşamalarının yöneticiler tarafından daha etkin takip edilebilmesi için tedarikçi seçimine yardımcı olacak bir karar destek aracı, otel işletmesinde kullanılan “Merlon” yazılımı içerisine entegre edilmiştir. Bu araç sayesinde yöneticiler her aşamanın takibi için gereksiz zaman kaybı yaşamamaktadır. Karar destek sistemi olarak kurgulanan yazılım, karar verici için gerekli bilgileri sistemden toplayarak, belirlenen kriterlerin önem derecelerini hesaplamaktadır. Bu hesaplanan ağırlıklara göre tedarikçiler değerlendirilmekte ve karar vericiye bir öneri tablosu sunulmaktadır.

Çalışma kapsamında gıda ürün grubu örnek alınarak tüm hesaplama bu gruba göre yapılmıştır. Satın alma çalışanlarına uygulanan bulanık ölçekli anketlerden elde edilen değerler kullanılarak Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi ile ağırlıklandırılmış, akabinde de bu ağırlıklar kullanılarak Taguchi fonksiyonu uygulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çok Kriterli Karar Verme, AHP, BAHP, Taguchi Kayıp Fonksiyonu, Otel İşletmelerinde Tedarikçi Seçimi, Karar Destek Aracı, Satınalma Yönetimi

SUMMARY

**THE USE OF FUZZY AHP AND TAGUCHI LOSS FUNCTION FOR IN THE
SELECTION OF THE SUPPLIERS: A CASE STUDY IN THE HOTEL INDUSTRY**

Working with the suppliers who timely deliver the high quality and affordable products, effects the costs directly and customer satisfaction indirectly. Therefore, since the supplier selection is one of the strategic decisions in the hotel business, it is a very important decision that must be made rapidly and effectively by evaluating a lot of criteria. It is possible to solve these kind of problems by utilizing the multi-criteria decision-making techniques.

In this study, to allow monitoring the decision-making process steps by the managers more effectively, a decision support tool was integrated into the "Merlon" software that is already used in many hotels. By means of this tool, administrators do not loose unnecessary time to follow every step. The software, designed as decision support system, calculates the importance degrees of determined criteria by collecting the necessary information through the system. The suppliers are evaluated based on these calculated weights and a proposal is presented to decision-makers.

During the study, all calculations were done according to the food product group. The values obtained from the fuzzy scale surveys, applied to Purchasing department, were weighted with the Fuzzy Analytic Hierarchy Process and then Taguchi function was applied by using these weights.

Keywords: Multi-Criteria Decision Making, AHP, Fuzzy AHP, Taguchi Loss Function, Supplier Selection in Hotel Industry, Decision Support Tool, Purchasing Management

ÖNSÖZ

Çalışmam sürecindeki yoğun iş temposuna rağmen bana her zaman destek olan, yüksek lisans eğitimime başlamamdan itibaren her türlü fikir alışverişinde bulunabildiğim danışman hocam Doç. Dr. Özcan ASILKAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez konusunun seçimi, tez çalışmasının gelişimindeki değerli katkıları ile çalışmaya yön veren ve desteğini hiç esirgemeyen hocam Doç. Dr. Emre İPEKÇİ ÇETİN'e teşekkür ederim.

Ayrıca yüksek lisans eğitimim esnasında desteklerini hiçbir şekilde esirgemeyen, bölüme hızlı adapte olmamı sağlayan ve öğrendiklerimi uygulamaya dönüştürmek için beni teşvik eden tüm Ekonometri bölümü öğretim üyelerine teşekkür ederim.

Turizm işletmelerinde satınalma bölümünün yapısını analiz ederek ihtiyaç duyulan standartlara uygun yazılımları geliştiren GETEK firmasının yöneticileri Erhan SEZER'e ve Gürol AYANLAR'a gösterdikleri özveri ve titiz çalışmalarından dolayı teşekkürlerimi sunarım. GETEK firmasının geliştirdiği "Merlon" isimli - Web Tabanlı Kurumsal Yazılım Geliştirme Platformunda yer alan araçlar çalışmanın amaçlarıyla birebir örtüştüğünden dolayı bunların uygulamaya büyük katkısı olmuştur.

Araştırmalarım katkıda bulunan ve destek veren yakın çevrem, dostlarım ve manevi desteğini hep yanımda hissettiğim sevgili eşim ve çocuklarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Son olarak bugünlere gelmemde en büyük payı olan, imkânsızlıklarla mücadele ederek beni bilime teşvik eden annem Narhanım KAHRAMAN'a ve babam Mustafa KAHRAMAN'a sonsuz teşekkürler.

Zeynep ÜNAL

Antalya, 2015

GİRİŞ

Rekabetin son derece yoğun yaşandığı turizm sektöründe otel işletmeleri varlıklarını sürdürebilmek ve rakiplerine karşı üstünlük sağlayabilmek için teknolojiyi yakından takip ederek, kaynaklarını en etkin ve en verimli biçimde kullanmayı sağlayabilecek yeni yöntemler denemek zorundadır. Tüm süreçlerin insan kaynağı tarafından gerçekleştirildiği bir hizmet sektörü olan turizmde ilk bakışta teknolojiye ihtiyaç olmadığı düşünülse de, aslında teknoloji başarıyı etkileyen çok önemli bir faktördür. Örneğin üretim sektöründe bir dizi işlemlerin sadece makineler tarafından yürütülmesi sağlanmasına benzer şekilde, otel içerisinde hizmetin makineler tarafında verilmesinin düşünülemez; ancak insanlar tarafından verilen hizmetin daha kaliteli ve daha hızlı yerine getirilmesi makinelerle sağlanabilmektedir.

Hizmet sektöründe teknoloji bir destek mekanizması olmasına rağmen teknolojiden yararlanan otel işletmeleri fark yaratmaktadır. İşletmenin başarısından sorumlu olan otel yöneticilerinin, stratejik kararlar verirken en büyük yardımcıları bilgisayar teknolojileri olmuştur. Yöneticiler; kalite, maliyet, hız ve esneklik gibi birbiriyle çelişen tüm unsurların aynı anda sağlanmasının müşteri memnuniyetini arttıracığının farkındadır. Bu nedenle yöneticiler, başarılı olmak için birçok kriteri aynı anda düşünerek hızlı ve doğru kararlar vermek zorundadırlar.

Otel için stratejik kararlardan birisi de otele zamanında ve kaliteli ürün sağlayacak tedarikçiyle çalışmasıdır. Çünkü doğru tedarikçi seçimi, işletmenin hedeflerine ulaşmasında ve gelecekte işletmenin rekabet gücünün artmasında önemli bir rol oynamaktadır. Aynı zamanda bu karar kaliteyi etkileyerek müşteri memnuniyetini arttırmaktadır. Bu nedenle tedarikçi seçiminin, sadece uzmanların görüşlerine dayanarak değil, bilimsel ve sistematik yaklaşımdan yararlanıp verilere dayalı olarak yapılması gerekmektedir.

İşletmenin çalışacağı tedarikçiyi seçerken birçok kriteri göz önünde bulundurması ve değerlendirmesi gerekmektedir. Çoğu zaman bu kriterler birbiriyle çelişmekte ve karar verici bu karmaşık problem karşısında çaresiz kalmaktadır. Birden fazla kriterin yer aldığı bu karmaşık yapıdaki problemlerin, çok kriterli karar verme tekniklerinden faydalanılarak çözülmesi mümkündür.

Literatür incelendiğinde tedarikçi seçimi için birçok yöntemin kullanıldığını görmek mümkündür. Bu yöntemlerden bazıları tek başına kullanılmakta, bazıları ise farklı yöntemleri birleştirerek tedarikçi değerlendirme ve seçim problemlerine etkin çözümler getirmektedir. Son yıllarda uygulaması giderek artan çok kriterli karar verme teknikleri, birçok alanda özellikle de işletme sorunlarının çözümünde sıklıkla kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, karar verme süreç aşamalarının yöneticiler tarafından daha etkin olarak takip edilebilmesi için otel işletmesinde kullanılan mevcut yazılım içerisine karar destek aracı entegre edilmiştir. Böylece yöneticiler her aşamanın takibi için zaman kaybı yaşamamaktadır. Karar destek sistemi olarak kurgulanan yazılım, karar verici için gerekli bilgileri sistemden toplayıp kriterleri belirlenen ağırlıklara göre değerlendirerek karar vericiye bir öneri tablosu sunmaktadır.

Beş bölümden oluşan çalışmanın birinci bölümünde, karar verme ve çok kriterli karar verme kavramları açıklanmış, çok amaçlı karar verme ve çok nitelikli karar verme yöntemlere yer verilmiştir. Tedarikçi seçim problemi çok nitelikli karar verme yöntemleri kullanılarak çözüleceği için, çok amaçlı karar verme yöntemleri ana hatlarıyla tanımlanmıştır. Çok nitelikli karar verme yöntemleri ise ayrıntılı bir şekilde anlatılmıştır.

İkinci bölümde AHP yöntemi konusunda ayrıntılı bilgi verilmiştir. Bu bölümde AHP'nin temel özellikleri, çözüm adımları, avantajları ve dezavantajları açıklanmış ve AHP'nin işletmecilik alanındaki uygulamalarına ilişkin literatür taraması yapılmıştır.

Üçüncü bölümde Bulanık Mantık ve Bulanık AHP konularında bilgi verilmiştir. Bulanık AHP ile ilgili literatürde yer alan yaklaşımlar ve kullanılan ölçekler incelenmiş ve Bulanık AHP'nin işletmecilik alanındaki uygulamalarına ilişkin literatür taraması yapılmıştır.

Dördüncü bölümde Taguchi kayıp fonksiyonu ve Taguchi metoduyla tedarikçi seçim aşamaları verilmiştir.

Beşinci bölümde uygulama adımları detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Satın alma çalışanlarına uygulanacak bulanık ölçekli anketler ve bu anketlerden elde edilen analizler verilmiştir. Seçilen kriterler Bulanık AHP ile ağırlıklandırılmış ve bu ağırlıklar ile Taguchi fonksiyonu kullanılmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

KARAR VERME

İşletme yönetiminin bir kavramı olarak karar bir seçim olgusudur. Yöneticinin veya herhangi bir kişinin herhangi bir konuda yaptığı seçim “karar”dır. Yöneticinin konu üzerinde düşünmesi sonucunda bulduğu çözüm ya da ilerlemeyi planladığı yol yöneticinin kararını ifade etmektedir. Kararsızlık, karar verememeyi, seçim yapamamayı ifade etmektedir. Karar verememenin çeşitli nedenleri olabilir, ancak karar veremeyen yönetici için kararsızlık yönetim görevini yerine getirememek anlamına gelmektedir (Koçel, 2010, s. 109).

Karar verme yönetimin özü olarak değerlendirilebilir. Yöneticiler tüm mesai saatlerini karar vermeye harcayıp başarılı olmaya çalışmaktadır, çünkü yöneticiler sonuçlarla değerlendirilmektedir. Yöneticilerin geleceği bilmeden gelecek için hangisinin daha iyi olacağını tahmin etmeleri ve bu doğrultuda seçim yapmaları onları başarıya götürmektedir. Bu nedenle karar verme, aynı zamanda mantıkla içgüdü arasında bir yarış olarak da tanımlanabilmektedir (Shanteau, 1992).

Saaty bu tanıma farklı bir açıdan yaklaşmaktadır. Çok yaygın olan “Elma ile armut karşılaştırılmaz.” ifadesi, gerçek dünya için yorumlandığında, ikisini karşılaştıramadığımız halde ikisi arasından seçim yapmak zorunda kalılabilmektedir. Hem elma hem de armut seven aç bir insan düşünülürse ve ikisi arasında seçim yapmak zorunda bırakılırsa hangisini seçmesi olasıdır? Kişinin bir mantık çerçevesinde, içgüdülerini de devreye sokarak bir seçim yapması beklenir. Biri elmayı seçerken diğer kişi armudu seçebilmektedir (Saaty & Vargas, 1994, s. 1). Bu yaklaşımda karar vermenin içerisinde nicel kavramlar dışında nitel kavramlara ve sezgilere dayandığı gözlemlenmektedir. Elmanın ve armudun boyutları, rengi gibi önemli kriterler dışında, kişi tecrübelerine dayanarak meyvenin tadını ve vücut gereksinimlerini tahmin ederek bir seçim yapmaktadır.

1.1 Karar Verme Kavramı

Klasik karar verme teorisinin doğuşundan bu zamana dek birçok çalışma dikkate alındığında karar verme, “seçenekler arasından en uygun olanı seçme” olarak tanımlanmıştır. Hatta teorisinin formüller yardımıyla matematiksel şekle bürünüp bir sonuç vermesi mümkündür. Fakat atlanmaması gereken bir ayrıntı var ki o da seçenekler bize istediğimiz şekilde paketlenmiş bir halde sunulmamaktadır (Pollock, 2006, s. 1). Bunun yanında yönetim problemlerinde çoğunlukla belirsizliğin söz konusu olması, karar verici konumunda olan yöneticinin riskle karşı karşıya kaldığında farklı seçimler yapabilmesi ve seçeneklerin bireysel

değil bir sistem yaklaşımıyla değerlendirilmesinin gerekliliği karar vermeyi daha da zorlaştırıp karmaşık hale getirmektedir (Evren R., 1992, s. 12).

Karar verme konusu otelcilik sektörü için değerlendirilirse karar vermek çok daha zordur. Çünkü bu sektördeki kararlar siyah veya beyaz olmaksızın, gri olabilmektedir. Bir olgunun meydana gelmesi gelecekte bir avantaj ya da dezavantaja dönüşebilmektedir. Her şey olayları yönlendirmeye bağlıdır. Örneğin otel oda fiyatında artış düşünülüyorsa, bunun neden olacağı sonuçlar önceden tahmin edilip buna göre stratejilerin üretilmesi gerekmektedir. Bu karar sonucunda satışlarda düşüşün olabileceği gibi, tam tersine yüksek fiyatlı ve kaliteli oteller arasında görülüp daha fazla satış yapılabilmektedir (Keiser, 1979, s. 162).

Karar vermenin doğru zamanda gerçekleşmesi de çok önemlidir. Geç verilen kararın hiçbir katkısı olmadığı gibi bazı durumlarda zararı bile dokunabilir. Karar veren kişinin zaman baskısını hissettiği durumda karar vermekte zorlandığı ve yanlış kararlar verebildiği görülmüştür (Fox C., 2003, p. 273). Aynı zamanda karar verme o anlık gerçekleşen bir seçim olmayabilir, seçim sonrası gerçekleşmesi gereken bazı eylemleri de içermesi gerekebilir. Örneğin bir evi boyama kararı verildiyse bu sürecin içine boya satın alma işleminin de dâhil edilmesi gerekebilir. Karar vermenin aslında tüm bu detayları kapsayacak bir plan dâhilinde sistematik yaklaşımla yürütülmesi gerekmektedir (Pollock, 2006, s. 21).

Saaty karar verme özelliklerini aşağıdaki gibi özetlemektedir (Saaty & Vargas, 1994, s. 19):

- Yapılandırma basit olmalı
- Hem gruplara, hem bireysellere uyumu yapılabilir olmalı
- Anlaşma ve oy birliğine yönlendirici olmalı
- Genel bakış ve öngörüler için doğal olmalı
- Karar verme süreçlerinin ayrıntıları kolayca görülebilir olmalı
- Konu bazında aşırı ayrıntıda uzlaşmayı ve iletişimi gerektirmemelidir.

1.2 Karar Verme Türleri

İşletmelerde yönetim ve organizasyon uygulamalarında verilen kararları, özelliklerine göre gruplandırmak mümkündür. Böyle bir gruplamanın en önemli yararı, hem değişik karar türlerinin sorunlarını daha açık görebilmek, hem de farklı karar türlerinde farklı teknik ve yaklaşımların kullanılabilmesini görmektir (Koçel, 2010, s. 111). Karar analizi yapılarak karar türü ve uygulanacak yöntem belirlendikten sonra yöneticinin sadece verilen adımları uygulaması gerekmektedir. Her adımda tekrar düşünüp bir çözüm keşfetmesi gerekmemektedir. Bu yöntemleri öğrenen yöneticiler, karar vermeleri gereken her durum için kullanma şansı yakalayacak, böylece vereceği kararları daha hızlı uygulama aşamasına

taşıyabilecektir (Russell & Taylor, 2000, s. 54). Bu sınıflamalar arasında örtüşmeler olmakla beraber her karar tipinin vurguladığı özellik farklıdır (Koçel, 2010, s. 111).

1.2.1 Uzun Dönem ve Kısa Dönemde Uygulanan Kararlar

Uzun dönem kararları, stratejik planlamayı; kısa dönem kararları ise taktikle ilgili planlamayı andırır. Otelcilikte kısa dönem kararları operasyonel kararlar olarak da adlandırılabilir (Ertürk, 2001, s. 180). Bir otelin politikası oluşturulurken uzun dönemde ulaşılması istenen hedefler belirlenir ve bu hedeflere ulaşmak için atılacak adımlar hakkında stratejik kararlar verilir. Otelin politikası belirlendikten sonra tüm yöneticilere ve çalışanlara bu politika aktarılır. Böylece yöneticiler ve çalışanlar operasyonel görevlerinin kısa vade kararlarını verirler.

1.2.2 Programlanabilen (Rutin) ve Programlanamayan (Rutin Dışı) Kararlar

Programlanabilen kararlar, karar süreci içinde prosedürleri belirlenebilen, rutin, tekrarlanabilen ve en önemlisi sistemi vurgulayan kararlardır. Programlanamayan kararlar daha çok kişiden kişiye değişen, prosedürlere bağlanması zor ve yaratıcılığın ön planda olduğu kararlardır. Bu tür sorunların yapısını tarif etmek ve bir standart oluşturmak oldukça zordur. Bu durumda karar sürecinin her safhası üzerinde tek tek durmak gerekir (Koçel, 2010, s. 111).

1.2.3 Kişi ve Grup Kararları

Bireysel kararlar, tek bir karar vericinin konu üzerine düşünerek karar vermesi halidir. Bireysel kararlar, kurumsal yapı içerisinde yetki sahibi kişilerin verdiği kararlar veya kişinin günlük yaşamına ilişkin kararları şeklinde olabilmektedir. Bu tür kararlar genellikle karar vericiyi ilgilendiren kararlar olup, sonuçları da karar vericiyi doğrudan etkilemektedir. Grup kararları ise değişik bilgi ve özelliğe sahip kişilerin bir araya gelerek ortak karar almalarıdır. Bu tür kararları vermek için farklı alanlarda uzmanlık bilgisine gerek duyulabilir. Farklı kişilerin yaklaşımları ve yetkinlikleri birleştirilerek bireysel karara oranla daha tutarlı kararlar verilmesi sağlanabilir (Akat & Budak, 2002, s. 338). Grup olarak karar verme sürecini yönetmek için “Beyin fırtınası”, “Nominal grup tekniği”, “Delphi metodu”, ”Oylama” gibi basit yöntemlerin yanında çok kriterli karar verme yöntemleri de kullanılmaktadır (Kilgour, Chen, & Hipel, 2010, s. 317).

1.2.4 Belirlilik, Belirsizlik ve Risk Ortamında Kararlar

Belirlilik altında karar verme, karar vericinin hangi olayın ortaya çıkacağını bildiği durumdur. Mevcut olayların hangi şartlarda gerçekleştiğine ve nasıl sonuç vereceğine ilişkin

kesin bilgi mevcuttur (Yüksel, 2009, s. 288). Belirsizlik ve risk ortamındaki karar verme türlerini tespit etmek için olasılık konusunun üzerinde durmak gerekir. Eğer karar ortamında bir olasılık söz konusu ise o zaman buna “risk ortamında karar alma” denir. Yani karar verici en iyi alternatif konusunda bir bilgiye sahip olmasa bile yüksek olasılıkla hangisinin iyi olabileceği konusunda bir tahmin yapabilmektedir. Eğer karar verici ileriye dönük bir bilgi ya da olasılıktan yararlanamıyorsa buna da “belirsizlik ortamında karar verme” denir. Belirsizlik ortamında karar vermek için Maximax, Maximin, Minimax Pişmanlık, Hurwics, Laplace eşit olasılık kriterleri gibi kriterlerden yararlanılır (Russell & Taylor, 2000, s. 54).

1.2.5 Alt ve Üst Kademe Kararları

Diğer karar tiplerini açıkladıktan sonra alt ve üst kademe kararları daha iyi açıklanabilir. Üst kademelerde verilen kararların çoğu stratejik nitelikte, programlanamayan ve belirsizlik şartları altında verilen kararlardır (Koçel, 2010, s. 111). Bu tip kararlar, tüm şirketi ve şirket içindeki her bireyi etkileyebilecek niteliktedir.

Örgüt ortamında verilen kararlar, sadece kararları veren kişileri değil, örgüt içerisindeki bireyleri de etkilemektedir. Bu nedenle çoğu zaman kararların alınması sadece yöneticilere ait bir görev gibi düşünülmemelidir. Örgütlerde, yöneticilerin ve astların birlikte kararlar aldığı durumlar da görülmektedir. Ancak bu durum genellikle örgütün yapısına göre değişmektedir (Koçoğlu, 2010, s. 80). Alt kademe kararlar ise çalışanların rutin görevleri gerçekleştirirken karşılaştıkları sorunları çözme ve ekip üyelerini yönlendirme şeklindedir.

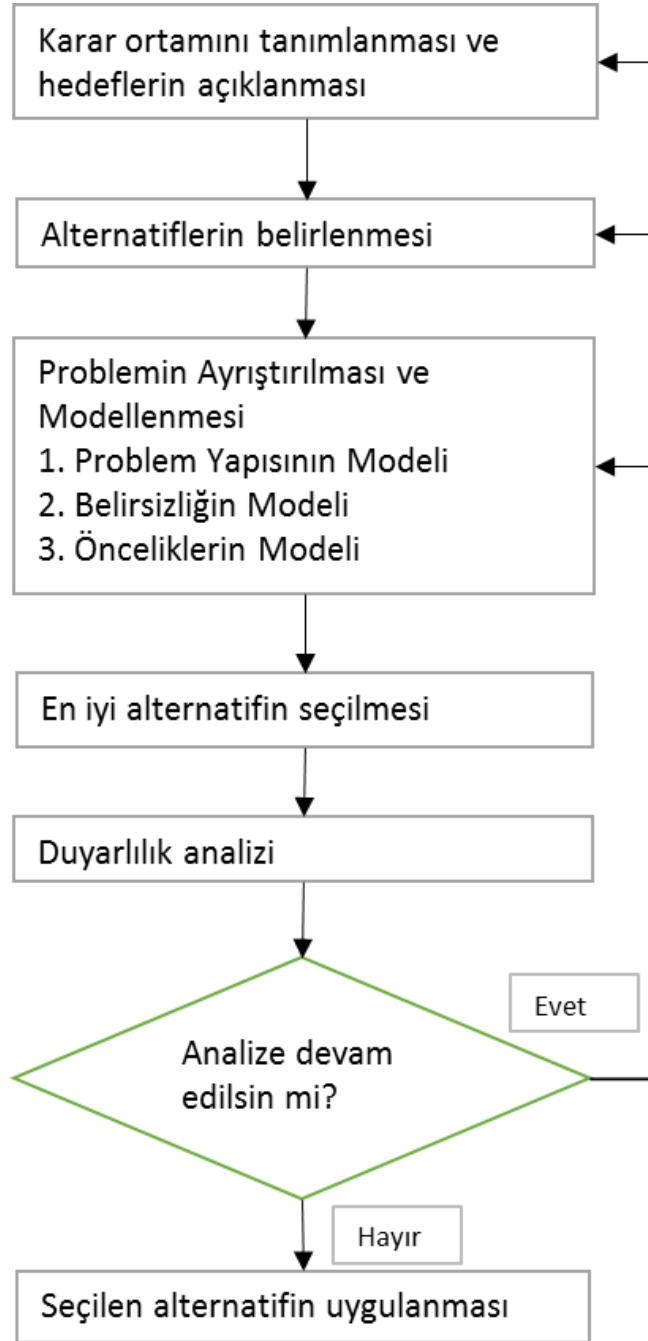
Karar verme süreci, kararın türü ve önemi fark etmeksizin, yönetici için risk barındırdığından çok sancılıdır. Özellikle, kişisel faktörlerin devreye girmesi ve kararlara etkisinin yüksek olması, karar vericinin kişilik özelliklerinin önemli olduğunu göstermektedir. Bu nedenle işletmeler yönetici kadrolarını oluştururken, yöneticinin kişilik özelliklerini çok fazla önemsemektedir (Öneren & Çiftçi, 2013).

1.3 Karar Süreci

“Karar verme süreci belirli bir başlangıç noktası olan ve bu başlangıç noktasından itibaren değişik iş, faaliyet veya düşüncelerin birbirini izlediği ve sonunda bir tercihin yapılması ile sonuçlanan bir işler topluluğudur.” Yani, yönetici karar vermekle sonucu açıklamış olmaktadır. Dolayısıyla karar konusunu incelemek için sonuç anlamına gelen “seçim” olgusunu incelemek yeterli olmayabilir. Bu nedenle karar verme bir süreç olarak görülmeli ve süreci içeren tüm unsurlar incelenmelidir (Koçel, 2010, s. 112).

Karar verme süreci yaşamımızın vazgeçilmez bir parçasıdır ve bir birey en basitinden en karmaşığa kadar karşısına çıkan her konuda karar verme sorunu ile karşılaşmaktadır (Evren R., 1992, s. 6). Karar verme sürecindeki ilk ve en önemli adım, karar verme ortamının

tanımlanması ve bu ortamda hangi hedeflere ulaşılması istendiğinin iyice anlaşılmasıdır. Bu yapılmadığı zaman problemin tam olarak tanımlanması oldukça zordur ve bu nedenle yanlış problemler üzerinde çalışarak yanlış kararlar verilebilmektedir. Şekil 1.1 karar verme sürecinin nasıl işlemesi gerektiğini açıklamaktadır (Clemen, 1996, s. 5).



Şekil 1.1 Karar Verme Sürecinin Akış Diyagramı (Clemen, 1996, s. 5)

Karar sürecinin birinci safhası karar ortamının tarifi, karar vericinin ortadan kaldırılması ve çözümlenmesi gerekli görülen hususları ifade etmektedir. Bunun sebebi, yöneticinin soruna bakış açısı ve algısının sorunun tarifini etkileyebilecek ya da engelleyebilecek olmasıdır. Algılama, kişiden kişiye değişen bir olaydır. Kişiye has özellikler kadar, kişi dışındaki ortam faktörleri de algılamayı etkilemektedir. Aynı bilginin farklı kişiler tarafından farklı algılanması çok sık görülmektedir (Koçel, 2010, s. 121). Bu nedenle sorun tarifi kişilerin yorumları dikkate alınmadan, nesnel ifadelerle yer verilerek yapılmalıdır. Çünkü karar sürecinin diğer safhaları tarif edilen problem doğrultusunda ele alınmaktadır. Örneğin düşen satışlar karşısında, problem satış ekibinin motivasyonu olarak tarif edilirse başka, yüksek fiyat olarak tarif edilirse başka, malın kalite sorunu veya rakipler olarak tarif edilirse başka yöntemlere gidilecektir (Koçel, 2010, s. 120).

Aynı zamanda, uygun amaçların belirlenmesi de problem tanımının çok önemli yönüdür. Bazen problemin ana hedefi dışında birden fazla alt hedefi mevcuttur. Bu durumda karar vericiler alt hedefleri düşünürken ana hedeften uzaklaşma tehlikesi ile karşıya kalmaktadır. Bu da işletmenin zararına olan durumdur. Bu nedenle ideal olarak formüle edilen amaçlar tüm örgütü kapsamalıdır (Öztürk, 2011, s. 7).

Karar ortamında sorunun tanımı ve amaçlar netleştikten sonra alternatiflerin belirlenmesi oldukça önemli bir adımdır. Genellikle hedeflerin dikkatli analiz edilmesi başlangıçta belirgin olmayan alternatifler ortaya çıkarabilmektedir. Bu noktada karar analizi yaklaşımı büyük fayda sağlamaktadır (Clemen, 1996, s. 7). Çoğu zaman, probleme ilişkin uygun alternatifler kolaylıkla tanımlanabilmektedir. Kişilerin deneyimleri, rakiplerin uygulamaları, ekipman üreticilerin yönlendirmeleri, çalışanların ve müşterilerin önerileri bu bakımdan yararlı kaynaklardır (Koçoğlu, 2010, s. 49).

Bundan sonraki aşamada yapılacak iş, problemi en iyi şekilde temsil edebilecek bir modelin kurulmasıdır. Model ele aldığı tüm konunun görünümünü belirlemekten çok konunun özelliği olan ilişkileri göstermektedir. En iyi kazanç değerini veren çözümlerin elde edilmesi ele alınan modele bağlıdır. Birçok durumda optimal çözümü bulmak için matematiksel ve grafiksel teknikler geliştirilmiştir (Öztürk, 2011, s. 25). Model doğrusal programlama gibi standart matematik model halinde ifade edilebiliyorsa, mevcut algoritmalar yardımıyla çözüme ulaşılmaktadır. Model, çözüme ulaşmak için çok karmaşık matematiksel ilişkiler içeriyorsa, bu durumda modeli sezgisel yöntemler yardımıyla optimum kılmaya çalışmak gerekmektedir. Bazı durumlarda matematiksel ve sezgisel modeller birleştirilerek karar problemlerini çözme yoluna gidilebilmektedir (Taha, 2007, s. 6).

Modelin çözümü tüm aşamalardan en basitidir. Çünkü her aşamada çok iyi bilinen optimizasyon algoritmaları kullanılmaktadır. Asıl bu noktadan sonra yapılacak olan duyarlılık

analizi büyük önem arz etmektedir. Zaman zaman bazı parametrelerin değişmesi halinde modelin ne zaman optimum çözümden uzaklaşacağı hakkında bazı bilgilere gereksinim duyulmaktadır. İşte duyarlılık analizi, model parametrelerin tam olarak tahmin edilemediği durumda kullanılmaktadır. Başlangıçta model parametrelerin tahminlerine göre oluşan optimum çözümün ileride nasıl davranacağını incelenmesi böyle durumlarda önem kazanmaktadır (Taha, 2007, s. 6).

Seçilen alternatifin uygulanma aşaması düşünme ve inceleme gerektiren bir aşamadan çok planlama ve detayları takip etme yeteneğini gerektirmektedir. Bu aşamada seçilen alternatifin belki iyileştirilmesi de söz konusudur. Bu aşama sadece “hadi kararı uygulayalım” şeklinde düşünülmemelidir. Çünkü kararın gerçekleşmesi için uygulama aşamasının da başarıyla sonuçlanması gerekmektedir. Ancak bundan sonra kararın başarısından ya da başarısızlığından söz edilebilir (Altier, 1999, s. 79).

1.4 Çok Kriterli Karar Verme

Yirminci yüzyılın başında, işletmeler bugüne oranla daha az karmaşık problemlerle karşılaşmaktaydılar. Günümüzün yöneticileri ise nüfus, enflasyon, işsizlik, ekonomik sorunlar, sınırlı doğal kaynaklar ve sermaye gibi dinamik koşullar içinde kararlarını vermek zorundadırlar. Her ne kadar binlerce yıldan beri insanlar problemleri matematik teknikleriyle çözmeye çalışıyor olsalar da, son yıllarda bu bir ihtiyaca dönüşmüştür (Esen, 2008, s. 7). İşletmelerin bulunduğu ortamdaki belirsizliklerin ve probleme ilişkin alternatiflerin artması karar verme işlemini daha zor hale getirmiştir. Kapsamlı bir karar verme sürecine sahip bir işletmede karar verme sadece bilgi toplama anlamına gelmemekte, aynı zamanda gelişmiş karar tekniklerin kullanıldığı bir sistem içerisinde yer almaktadır (Eslamian, 2014). Karar verirken karar kriterlerinin çoğalması çok kriterli karar verme tekniklerinin doğmasına sebep olmuştur.

Çok kriterli karar verme, kriterlerin çok olduğu ve genellikle bu kriterlerin birbiriyle çeliştiği durumlarda kullanılmaktadır. Bu tür problemler günümüzde sık sık karşılaştığımız türdendir. Örneğin kişisel düşünülecek olursa, iş yeri seçimi; saygınlık, maaş, konum, terfi olanakları, çalışma ortamı gibi kriterlere göre yapılır. Araba seçimi fiyat, şekil, yakıt türü, güvenlik, konfor gibi kriterlere göre yapılır (Yoon & Hwang, 1981, s. 1). Günlük hayatta bunun gibi birçok durumla karşılaşmak mümkündür.

Çok kriterli karar verme problemlerinin çözümü konusunda farklı yöntemler kullanılmasına rağmen tüm çalışmaların odak noktası değerlendirme kriterleri, karar değişkenleri ve alternatifleri karşılaştırma sürecidir. Çok kriterli karar verme problemleri genel anlamda Çok Nitelikli Karar Verme (Multi Attribute Decision Making) ve Çok Amaçlı

Karar Verme (Multi Objective Decision Making) olarak sınıflandırılabilir (Hwang & Masud, 1979, s. 6).

Çok Nitelikli Karar Vermenin farkı genellikle sınırlı sayıda önceden belirlenmiş alternatiflerin bulunmasıdır. Hangi alternatifin seçileceği yani son kararın verileceği nitelikleri başarı seviyelerine bağlıdır. Son karar bu niteliklerin karşılaştırılmasıyla verilmektedir (Lai & Hwang, 1994). Çok Amaçlı Karar Vermede ise önceden belirlenmiş alternatifler mevcut değildir. Bu modellerde, çeşitli etkileşimler düşünülerek, ölçülebilir amaçların kabul edilebilir seviyeye getirecek tasarım kısıtlarını da dikkate alarak en iyi alternatifi bulmaya çalışılmaktadır (Hwang & Masud, 1979, s. 6).

1.4.1 Çok Kriterli Karar Vermenin Özellikleri

Çok kriterli karar verme problemleri çok çeşitli olmakla birlikte ortak özellikler de taşımaktadırlar (Yoon & Hwang, 1981, s. 3):

Çoklu amaç/nitelik: Her problemde birçok amaç/nitelik bulunması gerekmektedir. Karar verici her probleme ilişkin amaçlar/nitelikler üretmek zorundadır.

Birbiriyle çelişen kriterler: Birçok kriter birbiriyle çelişebilir. Örneğin araba tasarımında az yakıt tüketimi hedefi yolcu alanının daralmasıyla araba konfor oranının düşmesine sebep olabilmektedir.

Ölçülemez birimler: Her hedef/nitelik farklı şekilde ifade edilmektedir. Araba seçiminde yakıt tüketimi kilometrede harcanan litre cinsinden, konfor yolcuların kullanım alanı olarak, fiyat para birimi cinsinden, güvenlik ise sayısal olmayan değerler cinsinden ifade edilmektedir.

Tasarım/Seçim: Bu tür problemlerin çözümü, en iyi alternatifi tasarlamak ya da daha önce belirlenmiş alternatifler arasından en iyisini seçmektir.

Çok kriterli problemlerin çözümünü ararken kriterlerin çelişebildiğini bilmek dışında bazı kriterlerin beraber kullanıldığında olumsuz etkileşim ya da sinerji yarattığını da dikkate almak gerekmektedir. Araba örneğindeki maksimum hız, ivme ve fiyat kriterleri düşünülecek olursa maksimum hıza sahip arabalar genelde yüksek ivmeye sahiptir. Aralarında olumsuz etkileşim olduğundan, bu iki kriter ayrı değerlendirildiğinde önem dereceleri daha yüksek olmaktadır. Aynı örnek için maksimum hız ve fiyat arasında olumlu etkileşim mevcuttur. Maksimum hıza sahip arabalar genelde yüksek fiyatlı olduğundan düşük fiyatlı olanı bulmak zor, ancak daha önemlidir. Ortak önem derecesi daha yüksek olan bu iki kriter, ayrı değerlendirildiğinde önem dereceleri düşmektedir (Greco, Słowinski, & Figueira, 2010, s. 25).

Çok nitelikli karar verme yöntemleri telafi edilen ve telafi edilemeyen 2 farklı gruba ayrılmaktadır: Telafi edilen modellerde bir kriterdeki değişim diğer kriterlerdeki değişiklikler tarafından dengelenirken, telafi edilemeyen modellerde bu ilişki kriterler arasında gözükmemektedir. Başka bir deyişle kriterdeki istenmeyen değer veya dezavantaj, bir başka kriterdeki istenen değer veya avantaj ile dengelenemez. Böylece her kriter kendi başına değerlendirilmektedir (Yoon & Hwang, 1981, s. 24).

1.4.2 Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri

Yapılan literatür taramasında, yaygın olan Çok Nitelikli Karar Verme yöntemlerinden en çok kullanılanları; SAW (Simple Additive Weighted), AHP (Analytic Hierarchy Process), ANP (Analytic Network Process), TOPSIS (Technique for Order Performance by Similarity to Ideal Solution), VIKOR (VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje), ELECTRE (Elimination et Choice in Translating to Reality), PROMETHEE (Preference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluations), DEMATEL (DECISION MAKING TRIAL and EVALUATION LABORATORY), LINMAP (The Linear Programming Technique for Multidimensional Analysis of Preference), SMART (Simple Multi-Attribute Rating Technique), GRA (Gray Relational Analysis) olarak bilinmektedir (Eslamian, 2014, s. 42).

1.4.2.1 Basit Toplam Ağırlıklı Model (SAW) (Simple Additive Weighted)

Basit Toplamsal Ağırlıklandırma Yöntemi (Simple Additive Weighting), ilk kez 1954 yılında Churchman ve Ackoff tarafından portföy seçimlerinde kullanılmıştır. Basitliği sayesinde Çok Nitelikli Karar Verme yöntemleri arasında en popüler metot olmuştur (Tzeng & Huang, 2011, s. 55). SAW metodunda tüm kriterlere önemi temsil eden ağırlıklar atanır ve bu ağırlıklar değişkenlerin katsayıları haline gelir. Daha sonra kriterler kendi arasında derecelendirilir, elde edilen ağırlıklarla çarpılır ve her bir alternatifin toplam değeri elde edilir. En yüksek değere sahip alternatif en iyi alternatiftir (Yoon & Hwang, 1981, s. 99).

1.4.2.2 Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Analitik Ağ Süreci (AHP ve ANP)

Thomas L. Saaty tarafından 1970'li yıllarda ortaya atılmış, çok kriterli karar verme tekniği olan Analitik Hiyerarşi Prosesi (Analytic Hierarchy Process - AHP), birden fazla nicel ve nitel kritere sahip karmaşık problemleri çözmeye kullanılmaktadır (Saaty & Vargas, 1994, s. 3). Bu yöntemde, probleme ilişkin önceden tanımlanan kriterler, karar verici tarafından göreceli önemlerine göre puanlanmaktadır. Daha sonra her iki kritere göre karar alternatifleri arasından seçim yapılmaktadır. Tekniğin kullanımı son derece kolaydır ve en önemli avantajı, sayısal olarak belirlenebilecek objektif yargılar ile subjektif nitelikli yargılar bir arada değerlendirilmektedir (Esen, 2008, s. 499). Bu teknik ayrı bir bölümde ele alınacaktır.

Analitik Ağ Süreci (Analytic Network Process - AHP) AHP teorisinin bir uzantısı olarak geliştirilmiştir. ANP tekniğinde yapı hiyerarşi yerine birbirine bağlı olan kümeler şeklinde tasarlanmıştır. Birbirini etkileyen kümeler belirlendikten sonra süpermatris oluşturularak hesaplamalar yapılır (Garuti & Sandoval, 2005) . Kümeler birbirini etkileyebildikleri gibi kendi kendini de etkileyebilmektedir. Her kümenin önem derecesi ve ilişkili olduğu kümeyi etkileme oranı hesaplanır ve bir sonraki hesaplama için geri bildirim elde edilir. Böylece kümeler arasındaki sinerjiye bağlı olarak önemi daha ön plana çıkarabilmektedir (Saaty & Vargas, 2013, s. 14).

1.4.2.3 TOPSIS (Technique for Order Performance by Similarity to Ideal Solution)

Yoon ve Hwang tarafından geliştirilen teknik, seçilen alternatifin ideal çözüme en yakın, negatif-ideal çözüme en uzak mesafede olması şeklinde açıklanmaktadır. Bu teknikte alternatiflerin belirli kriterlere göre maksimum ve minimum değerler arasında nerede yer aldığı ve ideal çözüme yakınlığı değerlendirilmektedir (Yoon & Hwang, 1981, s. 128). Tekniğin birinci aşaması karar matrisi oluşturma işlemidir. Karar matrisi içerisinde alternatifler alt alta sıralandıktan sonra, bir kriterin alternatiflere göre gösterdikleri nitelikler listelenmektedir. İkinci aşamada karar matrisindeki kriterlere ait puanların kareleri alınıp toplanmaktadır. Daha sonra toplamının karekökü alınmakta ve matrise ait normalizasyon işlemi gerçekleştirilmektedir. Üçüncü aşamada normalize edilmiş karar matrisinin elemanlarına kriterlere verilen önem düzeyleri kullanılarak ağırlıklandırma yapılmaktadır. Dördüncü aşamada ideal noktalar tanımlanmaktadır. Burada ağırlıklandırılma yapılmış matrisin her bir kolonunda maksimum ve minimum değerler tespit edilmektedir. Beşinci aşamada ideal noktaya maksimum ve minimum uzaklık hesaplanmakta ve son aşamada her bir alternatifin göreceli sıralaması yapılarak en iyi alternatif tespit edilmektedir (Demireli, 2010, s. 105).

1.4.2.4 VIKOR (VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje)

VIKOR (VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje) Sırpçadan tercüme edildiğinde Çok Kriterli Optimizasyon ve Uzlaşık Çözüm anlamına gelen Opricovic tarafından önerilen bu teknik, birçok kriterin yer aldığı karmaşık sistemlerin optimizasyonu için kullanılmak üzere tasarlanmış olup, birbiriyle çelişen alternatifleri sıralamaya ve alternatiflerden oluşan uzlaşmış çözüm bulmaya yaramaktadır (Tzeng & Huang, 2011, s. 71). İdeal çözüme yakınlık ölçüsünü kullanarak alternatifleri derecelendirir. Bu teknik TOPSİS yöntemine çok benzemekle beraber arada önemli farklar da bulunmaktadır. VIKOR tekniğinde lineer normalizasyon kullanılırken, TOPSIS tekniğinde vektör normalizasyonu

kullanılmaktadır. İki teknik de alternatifleri bir dereceli liste şeklinde sunarken, VIKOR bunun yanında uzlaşık liste de sunmaktadır (Opricovic & Tzeng, 2004, s. 447).

1.4.2.5 ELECTRE (ELimination Et Choice in Translating to REality)

Roy(1968) ve Benayoun(1966) tarafından kriterleri önem derecesine göre sıralama esasına dayanan bir teknik olarak ortaya atılmış olan ELECTRE (ELimination Et Choice Translating REality), bilim insanları tarafından sürekli geliştirilerek güncellenmiştir. ELECTRE I modeli 1968 yılında Roy tarafından geliştirilmiştir. Modelde gerçek kriterler ve kısıtların ilişki dereceleri dikkate alınarak esas çözüm bulunması amaçlanmıştır, fakat esas çözüm bulunduktan sonra kalan kriterleri önem derecesine göre sıralama konusunda yetersiz kalmıştır. Bu eksiklik Roy ve Bertier tarafından 1973 yılında ELECTRE II yöntemi önerilerek giderilmiştir. Bu modelde alternatifler, zayıf ve güçlü ilişkiler tanımlanarak derecelendirilmeye çalışılmıştır. 1978 yılında bu model Roy tarafından bulanık ortama göre genişletilmiştir. 1983 yılında Roy ve Bouyssou işlemleri pratikte uygulanabilir hale getirmek için sadeleştirerek ELECTRE IV modelini önermişlerdir (Tzeng & Huang, 2011, s. 81).

1.4.2.6 PROMETHEE (Prefrence Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluations)

1985 yılında Brans ve arkadaşları Çok Nitelikli Karar Verme problemlerini çözmek için PROMETHEE (Preference Ranking Organization METHods for Enrichment Evaluations) isimli yeni bir yöntem ailesi önermişlerdir. Bu yöntemde kriter kavramı genelleme esasına dayanmıştır. O dönemde, bulanık önem dereceleme kavramı ilk defa kabul görmüş ve her alternatife kriterler bazında ikili karşılaştırma şeklinde uygulanmıştır. Kriterler arasındaki bu önem ilişkileri kısmi sıralama (PROMETHEE I), tam sıralama (PROMETHEE II), bir aralığı sıralama (PROMETHEE III) konusunda sonlu uygun çözüm kümesi bulmak için kullanılmıştır. PROMETHEE IV ise uygun çözüm kümesi sürekli olduğunda önerilmiştir. Yöntemler karar verici tarafından kolay anlaşılır nitelikte olduğu için yaygın olarak kullanılmaktadır (Tzeng & Huang, 2011, s. 95).

1.4.2.7 LINMAP (The Linear Programming Technique for Multidimensional Analysis of Preference)

Srinivasan and Shocker tarafından geliştirilen LINMAP (LINear programming techniques for Multidimensional Analysis of Preference) tekniği kriterlerin ağırlıklarını atamak ve alternatifleri seçmek için kullanılmaktadır. Bu teknikte n kadar kriterlerle değerlendirilen m kadar alternatif n boyutlu uzayda m nokta ile temsil edilerek gösterilmiştir. Burada her karar verme probleminin en çok tercih edilen ideal noktaya ve kriterlerin uç noktalarını göreceli olarak ortaya çıkaran ağırlıklara sahip olduğu farz edilmiştir. Bu ideal

noktaya yakın olan alternatifler tercih edilerek çözüme gidilmektedir. İdeal nokta ve ağırlıklar, alternatiflerin ikili karşılaştırmalardaki tercihleri temel alınarak lineer programlama ile tahmin edilmektedir (Yoon & Hwang, 1981, s. 154).

1.4.2.8 SMART (Simple Multi-Attribute Rating Technique)

SMART (Simple Multi-Attribute Rating Technique) tekniğinin ilk taslağı 1971 yılında Ward Edwards tarafından oluşturulmuş, SMART 1977 yılında ise tam şeklini almıştır. Daha sonraki yıllarda SMATS ve SMARTER gibi versiyonlarla model geliştirilmiştir. SMARTS diğer geliştirilmiş özelliklerin dışında, hareketli ağırlıkların keşfi sayesinde önemli entelektüel hataya çözüm olmuştur. SMARTER versiyonu ise SMARTS versiyondaki hesaplama adımlarını optimize ederek daha kolay uygulanabilir şeklini almıştır. SMARTS versiyonun keşfinden sonra SMART'ın artık ölü versiyon olduğu Edwards ve Barron tarafından vurgulanmıştır. Bunun yanında SMARTER versiyonu daha kolay uygulanabilir olmasının yanında SMARTS sonuçlarını %99 yakalamaktadır (Edwards & Barron, 1994, s. 325).

SMARTER tekniğinin ilk adımında amaç belirlenir. İkinci adımında kriterler belirlenir. Üçüncü adımında alternatifler belirlenir. Dördüncü adımda alternatiflerin kriterler bazında değerlendirme matrisi oluşturulur. Beşinci adımda egemenlik özelliğini gösteren seçenekler elenir. Altıncı adımda matrise girilen kriterlerin değerleri tek skala üzerinde ifade edilir. Örneğin tüm değerler nominal değerler dahil 0-100 arasında olacak şekilde çevrilir. Yedinci adımda kriterler önem derecesine göre sıralanır. Sekizinci adımda ağırlıklar hesaplanır. Son adımda karar verilir (Huang, 2008, s. 21).

1.4.2.9 DEMATEL(DECISION MAKING TRIAL AND EVALUATION LABORATORY)

DEMATEL (Decision Making Trial and Evaluation Laboratory) metodu Battelle Memorial Enstitüsünde 1972 ile 1976 yılları arasında geliştirilmiştir. Yöntem, iç içe girmiş karmaşık problemleri çözmede kullanılmıştır. Tekniğin geliştirilme amacı problem çözmede bilimsel teknikleri uygulayarak çok özel problemlerin daha iyi anlaşılmasını sağlamak, iç içe girmiş problemleri kümelere ayırmak ve çalışabilir çözümleri hiyerarşi şeklinde tanımlayabilmektir. DEMATEL metodu kriterler arasında bağımlılık olduğunu onaylar ve özelliği yansıtan ilişkileri kısıtlayarak temel bir sistem önerir. Yöntem bireysel alguları ve izlenimleri ölçme ve işleme yöntemi ilave edilerek karar veren kişilere düşüncelerini ve önceliklerini şekillendirecek ve görsel şekilde temsil edilebilecek bireysel yol haritası önermektedir (Tzeng & Huang, 2011, s. 134).

1.4.2.10 GRA (Grey Relational Analysis/Gri İlişkisel Analiz)

Gri sistemler alanında ilk çalışma 1982 yılında Profesör Deng tarafından yayınlanmıştır. “Gri sistemleri kontrol etme problemleri” olarak isimlendirilen bu çalışma Gri Sistemler teorisinin doğuşu olarak temsil edilmektedir. O zamanlar yeni olan bu teori bilim dünyasının dikkatini çekerek kısa sürede benimsenmiş ve bu alanda birçok çalışma yayınlanmıştır. Teori çok basit kavranabilir bir temel üzerine inşa edilmiştir. Bilinen bilgi için “beyaz”, bilinmeyen bilgi için “siyah” ve kısmen bilinen bilgi için “gri” ifadeleri kullanılarak ifade edilmeye çalışılmıştır. Teoride “her bilgi farklılık taşımalı”, “tam olmayan bilgi içeren çözümler ünük(tek) değildir”, “çözüm için minimum bilgi”, “Bilgi insanların anlamalarını ve hatırlamalarını sağlayan bir temeldir”, “Yeni bilginin fonksiyonu eski bilgiye göre daha büyüktür”, “Bilginin eksikliği mutlak değildir” gibi aksiyomlar yer almaktadır (Lui & Lin, 2006, s. 3).

Bulanık mantık ve gri sistem teorisi deterministik olmayan sistemlerde kullanılan en yaygın yöntemler arasında yer almaktadırlar. Farklı tipteki belirsizliklere odaklanmalarına rağmen bu teorilerin ortak noktası, eksik bilgi ve belirsizliğin olduğu durumlarda anlamlı ve işlevsel sonuçlar çıkarabiliyor olmalarıdır (Köse, Aplaç, & Kabak, 2013, s. 461).

İKİNCİ BÖLÜM

ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ

Rekabet ortamında en hızlı ve en doğru kararı veren kazanır kuralı vardır. Bu nedenle modern hayat ister istemez insanları bir yarışa sokmaktadır. Bu yarış arttıkça karmaşıklık daha da artmaktadır. Bu yarışın kazanmanın yolu diğer iş alanlarında olduğu gibi yine teknolojiyi kullanmaktan geçmektedir. Teknolojik gelişmeler bize karar vermeyi elektronik hızda yapabilme imkânı sunmaktadır. Karar verici genelde stresli bir ortamda, farklı konulara odaklanıp, konuyla ilgili çok fazla bilgi edindikten sonra, bu bilgileri değerlendirerek en kısa sürede karar vermeyi hedeflemektedir (Bhushan & Rai, 2004, s. 5). Böyle bir durumda iş hayatının stresinden etkilenmeyen, bilgileri elektronik hızda toplayabilen, durumu analiz ederek, içgüdülerini ve tecrübelerini hesaba katarak, çıkar gözetmeden karar verebilen ve karar vericiye tavsiyeler veren bir yardımcı kim istemez ki?

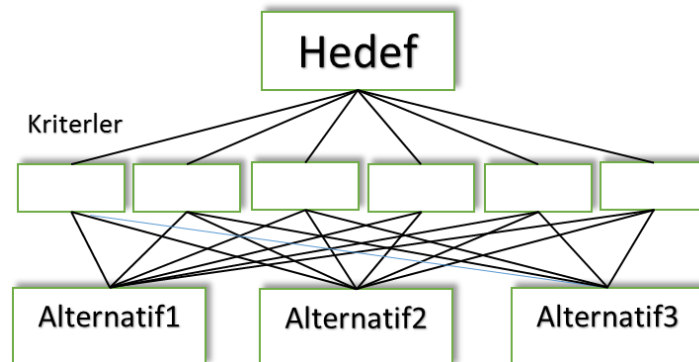
Bu noktada yapılması gereken karmaşık düşünmek değil basit yolla karmaşık problemleri çözebileceğimiz bir sistem kurmaktır. Problem çözmede iki yaklaşım mevcuttur; çıkarımsal yaklaşım ve sistematik yaklaşım. Çıkarımsal yaklaşım problemin parçalarına odaklanırken, sistematik yaklaşım problemin bütününe odaklanmaktadır. Analitik hiyerarşi süreci ise bu iki yaklaşımı mantıksal bir çatı altında birleştirmektedir. Aynı zamanda Analitik Hiyerarşi Prosesi duyguyu, içgüdüyü ve mantığı sistemsel bir yaklaşımla karar verme sürecinde yönetir (Saaty, 1995, s. 13).

Basit ve kullanışlı olması sebebiyle, yoğun tempoda çalışan yöneticiler tarafından benimsenmiştir. AHP birçok iş alanında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunlardan bazıları: kaynak seçimi, tahmin yapma, kalite sistemleri, karşılaştırma problemleri, mühendislik, sağlık gibi birçok iş alanıdır. Temel olarak AHP karmaşıklığa sistemsel yaklaşmakta, ölçümlerde ve dereceleme işlemlerinde karar vericiye yardımcı olmaktadır. Bu özellikler ve kanıtlanmış başarı sayesinde bu yöntem birçok alanda kabul görmüştür. Bunun yanında sonuçları beklentiler ve yönetici algısı doğrultusunda oluşturması yöntemin en büyük artılarından biridir (Bhushan & Rai, 2004, s. 15).

2.1 Analitik Hiyerarşi Prosesi Kavramı (AHP)

Analitik Hiyerarşi Prosesi genel ölçüm teorisidir. Bu teori, çok katmanlı hiyerarşik yapılarda ayrık ve sürekli yapılan ikili karşılaştırmalarda ölçek üretmek için kullanılmaktadır. Bu karşılaştırmalarda gerçek ölçümler ya da duyguların ve tercihlerin göreceli değerini yansıtan temel ölçekler de kullanılabilir. Genel anlamda AHP tündengelim ve

tümevarım düşünme şekillerini bir arada yürüten doğrusal olmayan bir yapı sunmaktadır. Şekil 2.1’de AHP’nin şeması verilmiştir (Saaty & Vargas, 2001, s. 3).



Şekil 2.1 Katmanlı Hiyerarşi (Saaty & Vargas, 2001, s. 3).

AHP’de kriterler arasında ve alternatiflerin bu kriterler doğrultusunda ikili karşılaştırmalarının yapılabilmesi için Saaty tarafından önerilen skala Tablo 2.1’de verilmiştir (Saaty & Vargas, 2001, s. 6).

Tablo 2.1 AHP İçin İkili Karşılaştırma Tablosu

Önem Değerleri	Tanımlar	Açıklamalar
1	Eşit önemli	İki aktivite de eşit düzeyde hedefe katkı sağlamakta.
3	Orta Derece Önemli	Deneyim ve yargı bir aktiviteyi diğerine kısmen tercih etmekte.
5	Kuvvetli Derece Önemli	Deneyim ve yargı bir aktiviteyi diğerine daha çok tercih etmekte.
7	Çok Kuvvetli Derece Önemli	Bir aktivite diğerine göre üstün ve hâkimiyeti uygulamada görülmekte.
9	Kesin Önemli	Bir aktivitenin diğerinden üstünlüğü kanıtlanmış ve aktivite en yüksek kabul seviyesinde
2,4,6,8	Ara Değerler	Önem dereceleri hakkında tam karar verilememe durumu

Teorik açıdan incelediğimizde AHP tekniği dört adet aksiyoma dayanmaktadır (Bhushan & Rai, 2004, s. 19):

Aksiyom 1: (Terslik Aksiyomu) Karar verici ikili karşılaştırmalar yaparken bir olayın diğer olaydan daha önemli olduğunu düşünüyorsa, tersini de kabul etmektedir.

Aksiyom 2: (Homojenlik Aksiyomu): Karşılaştırılan alternatifler birbirinden çok farklı ya da biri diğerinden çok üstün olmamalıdır.

Aksiyom 3: (Beklentiler Aksiyomu): Karar verici, beklentilerle uyuşacak sonuç için tüm fikirlerin hiyerarşik yapının içinde yer almasından emin olmalıdır.

Aksiyom 4: (Bağımsızlık Aksiyomu): Tercihlerin ifade edilmesinde kriter ve alternatiflerin özelliklerinden bağımsız olduğu varsayılmaktadır.

2.2 AHP'nin Çözüm Adımları

Saaty tarafından geliştirilen bu yöntemi uygulamak için aşağıdaki adımları takip etmek gerekmektedir (Özyörük & Özcan, 2005)

1. Problem ve problemdeki hedefin tanımlaması gerekmektedir.
2. Hedef, kriterler ve alternatifler sırası ile hiyerarşik yapıya uygun şekilde belirlenmelidir.
3. Hangi alternatif ya da kriterin hangisinden daha üstün olduğunu belirlemek için, Tablo 2.1'de verilen skala kullanılmaktadır. Hem alternatifler, hem de kriterler arasındaki ikili karşılaştırmaların değerleri kullanılarak, ikili karşılaştırma matrislerinin (nxn) boyutunda hazırlanması gerekmektedir. Bu matrisin köşegeni üzerindeki elemanlar 1 değerini almaktadırlar. Karşılaştırma matrisi aşağıda gösterilmiştir.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

Şekil 2.2 Karşılaştırma Matrisi

4. İkili karşılaştırma matrisinde her sütunda yer alan elemanların toplamalarının alınması ve matristeki elemanların ilgili sütun toplamına bölünerek matrisin normalize edilmesi gerekmektedir.
5. Normalize edilmiş matriste satır toplamalarının alınarak, hesaplanan değerler, kriterler ya da seçenekler için öncelik değerleri oluşturulur. Bu değerlerin oluşturduğu matris ise öncelik vektör matrisi olarak adlandırılmaktadır.
6. Öncelik vektörü kullanılarak oluşturulan öncelik matrisindeki her kriter ya da seçenek için elde edilmiş olan öncelik değerlerinin, o kriter ya da seçeneğe ait ikili karşılaştırma matrisinde bulunan sütundaki tüm elemanlarla çarpma işlemi yapılmaktadır. (Bu aşamada hesaplanan değerlerle oluşturulan matris, ağırlıklandırılma yapılmış toplam matristir.)
7. Ağırlıklandırılma yapılmış toplam matristeki satır toplamalarını, öncelik matrisindeki satır değerlerine bölünerek (nx1) boyutundaki son matris oluşturulmaktadır. Bu matristeki değerlerin aritmetik ortalamasının alınması ile λ_{max} değerinin hesaplanmaktadır.
8. Tutarlılık indeksinin hesaplanması.

$$CI = (\lambda_{max} - n)/(n - 1) \quad CI : \text{Tutarlılık İndeksi} \quad (2.1)$$

9. Tablo 2.2’de değerlerin ve CI’nın kullanılması ile tutarlılık oranının hesaplanması

$$CR = CI/RI \quad CR : \text{Tutarlılık Oranı} \quad (2.2)$$

RI : Ortalama Rassel Tutarlılık

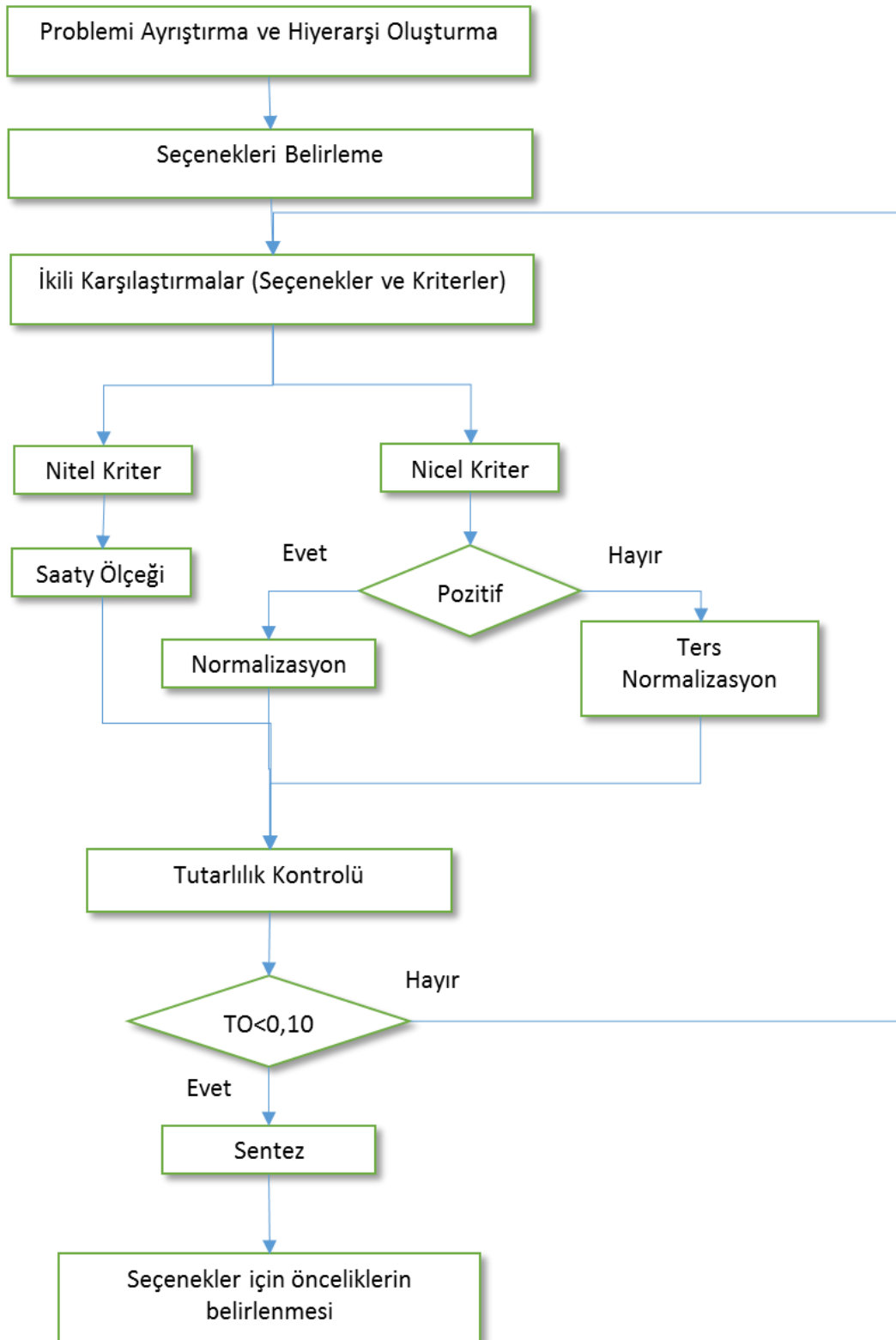
AHP’de tutarlılık oranının 0.10 değerinden küçük çıkması önemlidir. Bulunan bu değer 0.10’dan büyük ise ikili karşılaştırma matrisi tekrar gözden geçirilmeli ve düzenlemeler yapıldıktan sonra yukarıdaki adımlar tekrar edilmelidir.

Tablo 2.2 Ortalama Rassel Tutarlılık Tablosu (Vargas & Saaty, 1982, s. 24)

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

10. Kriterler bazında hesaplanan alternatif öncelikleri ile, kriterlerin kendi aralarında ikili karşılaştırılmaları sonucu elde edilen ağırlıkların çarpılması sonucunda ulaşılmaya hedeflenen son öncelik değeri hesaplanmaktadır.

Yukarıda açıklanan adımlar bir diyagramla aşağıdaki şemada verilmiştir (Acer, 2009).



Şekil 2.3 AHP Akış Diyagramı (Acer, 2009).

2.3 AHP'nin Avantajları ve Dezavantajları

Saaty'e göre AHP tekniğinin avantajları şu şekilde sıralanmıştır (Saaty, 1995, s. 23).

AHP modelleri hızlı ve esnek bir yapıya sahiptir.

AHP yaklaşımı ile karmaşık yapıya sahip problemleri çözmek mümkündür.

AHP modellerinde yer alan elemanlar arasındaki etkileşimler değerlendirilebilmektedir.

Hiyerarşik yapının oluşturulmasıyla birlikte sisteme ait elemanlar gruplandırılarak seviyelere ayrılabilir.

AHP modelinde öncelikler belirlenirken nitel değerler ölçeklendirilerek modele dâhil edilebilmektedir.

AHP modelinde önceliklerin belirlenmesi amacıyla yargıların tutarlılığı sıralanabilmektedir.

Sistemde yer alan elemanların göreceli önemleri dikkate alınarak hedefe yönelik en iyi tercih yapılabilir.

Karmaşık problemleri basitleştiren bir yapıya sahiptir.

Karar probleminin tanımı ve unsurlarını belirlemede karar verici etkindir.

Hem objektif hem de subjektif bilgilerin karar verme sürecine dâhil edilmesine olanak sağlamaktadır.

Duyarlılık analizi ile kararların esnekliği de analiz edilebilmektedir.

AHP'nin dezavantajları ise şunlardır (Acer, 2009):

Alternatif sayısının fazla olduğu durumlarda tutarlı ikili karşılaştırma matrislerini oluşturmak mümkün değildir. Hiyerarşide yer alan elemanların sayısı arttıkça problem daha karmaşık hale gelir ve zaman kaybına yol açmaktadır.

AHP ile yapılan değerlendirmelerde kriter ve seçenekleri etkileyebilecek olan belirsizlikler göz ardı edilmekte ve bu durum alınacak olan kararları doğrudan etkilemektedir.

AHP yönteminde karar verme, karar vericiye ait olduğu için karar vericinin etkisi de büyüktür. Bu durumda karar vericinin yanlış değerlendirmeler yapıp yanlış kararlar da alması mümkündür.

Nihai kararın verilmesinde sadece başlangıç aşamasına yardımcı olabilmesi de yöntemin bir diğer dezavantajıdır.

2.4 AHP Yönteminin İşletmecilik Alanındaki Uygulamalarına İlişkin Literatür Taraması

1980’li yıllardan bu yana AHP en çok kullanılan teknikler arasında yerini almıştır. 2000 yılından beri yapılan çalışmalar dikkate alındığında AHP uygulamaları hemen hemen her iş alanında denenmiş ve başarılı sonuçlar elde edilmiştir (Linkov & Moberg, 2012, s. 17). AHP yönteminin en uygun tedarikçiyi seçmede, işletmelerin kuruluş yeri belirlemede, yönetimde stratejik kararlarının alınmasında, müşteri memnuniyetinin sağlanmasında, hastanelerde tıbbi malzeme alımında, pazarlama alanında, turizm sektöründe, donanım seçiminde, politikaların değerlendirilmesinde ve daha birçok alanda uygulandığı görülmektedir (Karaatlı, ve diğerleri, 2014, s. 53). Bunlardan bazıları kronolojik sırada aşağıda verilmiştir.

Dağdeviren ve Eren (2001) kalite, tedarik performansı, maliyet ve teknoloji kriterlerini kullanarak dört tedarikçi arasından en uygun tedarikçiye karar alınmasını sağlamışlar.

Akarte ve arkadaşları (2001) internet tabanlı ve AHP’nin kullanıldığı bir sistem geliştirerek on sekiz kriter bazında tedarikçileri değerlendirmiştir. Tedarikçi performansları alıcılar tarafından ikili karşılaştırmalar şeklinde değerlendirilmiştir.

Muralidharan ve arkadaşları (2002) AHP tekniğini kullanarak dokuz kriter bazında tedarikçi seçimi için karar veren kişiler için bir sistem önermişlerdir. Bu çalışmada farklı olarak kriterlerin değerlendirmesine alıcılar değil, kurumsal bir yapı içerisindeki süreçlerle ilgili olan departmanlar katılmıştır.

Chan (2003) tarafından önerilen AHP tabanlı model, işletmede mevcut sistemle entegre edilerek karar vericiler için daha kullanışlı bir ortam sunmaktadır.

Ada ve arkadaşları (2005) çalışmalarında İzmir’de sektöründe bir perakende firmasında beş tedarikçi arasından en iyi tedarikçiyi seçmişlerdir. Literatürde perakende sektöründe en çok kullanılan yirmi iki kriter analiz edilerek AHP tekniği ile kalite, performans ve finans gibi üç temel kriter analitik olarak belirlenmiş ve bir sonraki aşama bu üç kriterle gerçekleştirilmiştir.

Özyörük ve Özcan (2005) otomotiv sektöründe tedarikçi seçimine etki eden beş faktörü belirlemiş ve beş tedarikçi arasından en uygun olanı belirlemiştir.

Terzi ve arkadaşları (2006) müşteri beklentileri üzerine odaklanarak, pazar koşullarını dikkate alarak ana kriterler ve alt kriterler belirlemiş, AHP ve hedef programlama yöntemlerini kullanarak örnek bir karar destek modeli üzerine çalışmıştır.

Soner ve Önüt (2006) çalışmasında havalandırma ve klima üreten bir firmanın nitel ve nicel kriterlerini göz önünde bulundurarak en uygun tedarikçiye karar verilmesini sağlamıştır. Çok Kriterli Karar verme tekniklerinden ELECTRE yöntemini tedarikçileri sıralama, AHP

yöntemini ise kriterlerinin ağırlıklarının belirlenmesinde kullanarak bir sistem tasarlamışlardır.

Ecer ve Küçük (2008) bir mağazalar zincirinde tedarikçi seçim uygulaması gerçekleştirmişlerdir. Uygulamada, ana kriterler ve onlarla ilişkili alt kriterleri seçerek dört tedarikçi arasından bir seçim yapılmıştır.

Atay ve Özdağoğlu (2008) çalışmalarında, Türkiye'deki dört ve beş yıldızlı otellere toplanan anketlerdeki verileri kullanarak AHP yöntemi ile otellere ürün sağlayan tedarikçi seçimini etkileyen kriterlerin önem düzeylerini belirlemiştir.

Ting ve Cho (2008) AHP tekniğini ile çok amaçlı lineer programlama tekniğini entegre ederek, nicel ve nitel veriler ışığında optimum tedarikçi kümesi belirlemiştir.

Labib (2011) AHP ve bulanık mantık yöntemlerini aynı veri üzerine uygulayarak aradaki farkın daha iyi anlaşılmasını amaçlayan bir çalışma yapmıştır.

Bhutia ve Phipon (2012) ürün kalitesi, servis kalitesi, dağıtım zamanı ve fiyat gibi kriterlerin ağırlıklarını AHP ile ağırlıklandırıp, otuz tedarikçinin sıralamasında TOPSIS yöntemini kullanmıştır.

Kapar (2013) bir işletmenin tedarikçi seçiminde AHP yöntemi kullanarak Expert Choice programı kullanarak tedarikçilerin üstünlüklerini karşılaştırmıştır.

Karaatlı ve arkadaşları (2014) çalışmalarında Isparta ilinde faaliyet gösteren beş yıldızlı bir otel için tur operatörü kararında AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemlerini kullanarak tur operatörleri değerlendirmiş ve otel için uygun tur operatörünü seçmiştir.

AHP ile ilgili çalışmalar incelendiğinde 2005 yılına kadar hemen hemen her sektör için yoğun bir şekilde çalışmalar yapıldığı görülmektedir. 2005 yılından itibaren Bulanık AHP ile çözümler üreterek, klasik AHP'den de üstün olduğu gösterilmiştir. Aynı zamanda klasik AHP yöntemleri farklı yöntemlerle birleştirilerek daha etkili ve uygulanabilir çözümler üretilmeye çalışılmıştır. Bilgisayar teknolojilerinin gelişmesiyle bu tekniklerin sadece üst düzey kararlar için değil, operasyonel düzeyde bile kolaylıkla uygulanabilir olduğu vurgulanmıştır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

BULANIK KARAR VERME

Bulanık mantık 1960'lı yıllarda keşfedilmesine rağmen son yıllarda daha çok ilgi görmektedir. Son zamanlarda üretilen teknolojilerde bulanık mantık çok verimli şekilde kullanılmaktadır. Bulanık mantık kullanan süreçlerin denetiminden sorumlu sistemler sayesinde birçok iş alanında önemli ölçüde üretim maliyetleri düşmüş, üretim süresi kısalmıştır. Bu sistemlerin bulanık mantığın ancak küçük bir kısmını kullanmasına rağmen işletmelere büyük ölçüde yarar sağlamaktadır (Cox, 1994, s. 1).

Mühendislik ve işletmecilik alanındaki süreç denetiminin karmaşık yapıya bürünmesi, bu yapının modellenmesini imkânsız hale getirmekte ya da aşırı yüksek maliyetlerle modellenebilmesine sebep olmaktadır. Durum böyle olunca genellikle bir uzmanın bilgi ve deneyimlerinden yararlanmak çözüm olabilmektedir. Uzman az, çok, biraz, biraz çok gibi basit ve herkesin alışkın olduğu dilsel ifadeler kullanarak denetimlerini gerçekleştirir. İnsan sistemi denetleme işlemini gerçekleştirirken düşünce ve sezgilerinden yararlanır. İşte bulanık mantık bu gibi ilişkiler üzerine kurulmuştur. “Bulanık mantık için, matematiğin gerçek dünyaya uygulanması denilebilir. Çünkü gerçek dünyada her an değişen durumlarda değişik sonuçlar çıkabilir” (Elmas, 2011, s. 185).

Karmaşık sistemlere daha basit çözümler bulmanın yanında bazen kesin çözüme ihtiyaç olmadığı durumlarda da kullanılması yarar sağlamaktadır. Bazen kesin olmayan ama hızlı verilmiş kararlar veya konuyla ilgili sadece bir tahmin niteliğinde olan bilgi işlem maliyetini azaltabilmektedir (Ross T. , 2004, s. 7).

Bu yaklaşım 1956 yılında, Amerika Birleşik Devletleri'nde gerçekleşen bir konferansta duyurularak bilimde yerini almıştır. Ancak bu konudaki ilk çalışma 1965 yılında Lotfi Zadeh tarafından yayınlanmıştır. Bu makalede bulanık mantık veya bulanık küme kuramı kavramları ortaya konmuştur. Bu çalışmasında Zadeh, insan düşüncesinin büyük çoğunluğunun bulanık olduğunu savunmuştur. Bu nedenle 0 ve 1 ile temsil edilen ve o zamana kadar yeterli görülen mantık bu düşünce şeklini yeterince ifade edememektedir (Elmas, 2011, s. 186).

3.1 Bulanık Mantık

Bulanık mantık sistemlerinin nasıl karar verdiğini anlamak için teorinin nasıl ortaya çıktığını incelemek gerekmektedir. Bulanık mantığı keşfeden Lotfi Zadeh'e göre bulanık mantık, sistemin karmaşıklığını azalttığı gibi, sistemin daha iyi anlaşılmasını da sağlamaktadır. Mühendis ve bilim adamı olan Zadeh; sistemin ulaşması gereken hedefleri

arttığında ve elde edilebilecek bilgi azaldığında geleneksel matematiksel modellerinin gittikçe daha da karmaşık hal aldığı tespit etmiştir. Bu karmaşıklığın, gerçek değerlerin matematiksel modellerde temsil edilebilmesi için yapılan dönüştürme ve manipulasyon işlemlerinden kaynaklandığını fark etmiştir. Bazı olguların mevcut olup olmama durumu ifade edilemediğinden, matematiksel modellerde kullanılmak için bazı sınırlar içerisinde gösterilmek zorunda kalınması durumunda yapılan hesaplamalar karmaşıklığı arttırmaktadır (Cox, 1994, s. 2).

Bulanık olgularla gerçek dünyada sürekli karşılaşmaktadır. Örneğin yağmurun yağış hızı kesin olarak tarif edilemez. Tarif edilmek istenirse bu değer, yağmurun ince ince çiselemesi ile sağanak yağışı gibi ifadelerin arasında bir yerde olur, fakat ne kadar hızlı yağdığını kesin bir değer ile ifade etmek zordur. Bunun yanında insan beyni bu ayrımı mükemmel yapmaktadır. İnsan yağmurun yağış hızını geçmiş tecrübelerinden ve hislerinden yararlanarak “çok fazla yağıyor” ya da “hafif yağıyor” gibi ifadelerle özetleyip bir sonraki adım için hızlı karar verebilmektedir (Li, Chen, & Huang, 2001, s. 18).

Bulanıklık ve olasılık farklı kavramlardır. Bulanıklık bir olgunun gerçek özelliğidir. Örneğin “bir gün sonra %50 olasılıkla yağmur yağacak” cümlesinin sonucunda, gerçekten yağmur yağıp yağmayacağını öğrenmek için bir gün beklemek yeterli olacaktır. Yani olasılığa bağlı belirsizlik çözülmüş olacaktır. Fakat yağmurun hızı hakkında karar verirken içinde bulunduğumuz belirsizlik zamana bağlı olarak değişmeyecektir (Cox, 1994, s. 20).

Bulanık sistemler tahmin yapma, karar verme ve mekanik sistemleri kontrol etme gibi görevleri yerine getirmek için kullanılmaktadır. Bu sistemlere; ortam iklimlendirme, araçlardaki kontrol sistemleri, akıllı evler, endüstriyel kontrol sistemleri gibi örnekler verilebilir. Bu sistemlerin ilk kullanımı Japonya’da uygulanmaya başlanmış, sistem başarısını kanıtladıktan sonra Avrupa’da da yaygın şekilde uygulanmaya ve geliştirilmeye başlanmıştır (McNeill & Thro, 1994, s. 13).

Japon bilim adamları ve mühendisleri, Lotfi Zadeh tarafından yapılan çalışmaları desteklemiş ve bu çalışmaların sonuçlarından ülkelerinde yaygın şekilde yararlanmıştır. Japonya’yı takip eden Çin bulanık bilime yoğun ilgi göstermiştir. Günümüzde bulanık mantıkla ilgili çalışmalar incelendiğinde bilim adamlarının büyük çoğunluğu Çin asıllıdır. Asya halklarının bulanık mantıkla ilgili başarısı iki nedenle açıklanmaktadır. Birincisi Asya kültürü bir topluluk olarak hareket etme temelleri üzerine kurulu olduğundan kararlar genelde oy birliğine varılarak alınır ve doğru seçenek her zaman tek ve kesin değildir mantığıyla hareket edilmektedir. Bu noktada bulanık karar verme Asya kültürüyle birebir örtüşmektedir. İkinci neden ise Asya ülkelerinde, bilim ve araştırma faaliyetleri birebir devlet yönetiminde olduğundan daha hızlı hayata geçmektedir (McNeill & Thro, 1994, s. 13).

Bulanık mantık özellikleri aşağıdaki gibi özetlenebilir (Elmas, 2011, s. 186):

Bulanık mantıkta, kesin değer yerine, yaklaşık değerler kullanılmaktadır.

Bulanık mantıkta tüm üyelikler $[0,1]$ aralığında gösterilmektedir.

Bulanık mantıkta bilgi büyük, küçük, çok az gibi dilsel ifadeler şeklindedir.

Bulanık çıkarım dilsel ifadeler arasında tanımlanan kurallar kullanılarak yapılmaktadır.

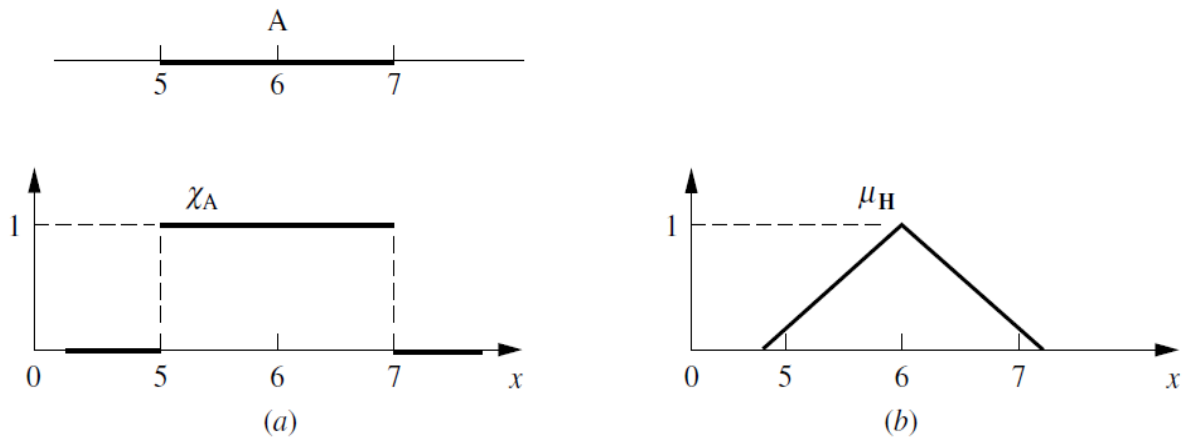
Her mantıksal sistem bulanık şekilde ifade edilebilir niteliktedir.

Bulanık mantık, matematiksel olarak zor modellenen sistemler için çok uygundur.

Tüm bu özellikleri taşıyan bulanık karar verme, dilsel ifadelerin yer aldığı özel olarak tasarlanmış sistemler sayesinde çeşitli iş alanlarında insanların daha kolay ve hızlı karar vermesine yardımcı olmaktadır (McNeill & Thro, 1994, s. 13). Türkiye’de turizm sektöründe bu mükemmel aracın yaygın olarak kullanılmaması büyük bir kayıp sayılabilir. Özellikle otelcilik alanında otel kalitesinin bel kemiği olan satınalma bölümünün satın alma süreçlerini takip ederken ve satın alacağı ürüne karar verirken göstereceği başarı otelin tüm operasyonu etkilemektedir. Satın alma kararlarının başarısını arttırmak için, birçok kurumsal işletme satın alma kararlarını verirken tüm şartları değerlendirip süreç içerisine dâhil etmeye çalışmaktadır. Bu da her zaman hedeflenen sürede gerçekleşmeyebilmektedir. Satın alma süreçleri bulanık karar verme teknolojisiyle desteklenirse hız ve doğruluk gibi kavramları bir arada yerine getirmek mümkün olacaktır.

3.1.1 Bulanık Kümeler

Bulanık küme teorisinde evrendeki elemanların bir kümeye dâhil olup olmama durumu klasik küme teorisinden farklı bir şekilde ifade edilmektedir. Klasik kümeler kümenin kesin özelliklerini karşılayan nitelikte elemanlardan oluşmaktadırlar. Bulanık kümeler ise kümenin belirsiz özelliklerini karşılayan nitelikte elemanlardan oluşurlar, yani üyelik fonksiyonu yaklaşık değerleri göstermektedir. Örneğin Şekil 3.1’de gösterildiği şekilde, klasik küme elemanları için 5 ile 7 değer aralığı tanımlanırken, bulanık küme “değeri 6 civarında” olan elemanlardan oluşmaktadır (Ross T. , 2004, s. 14).

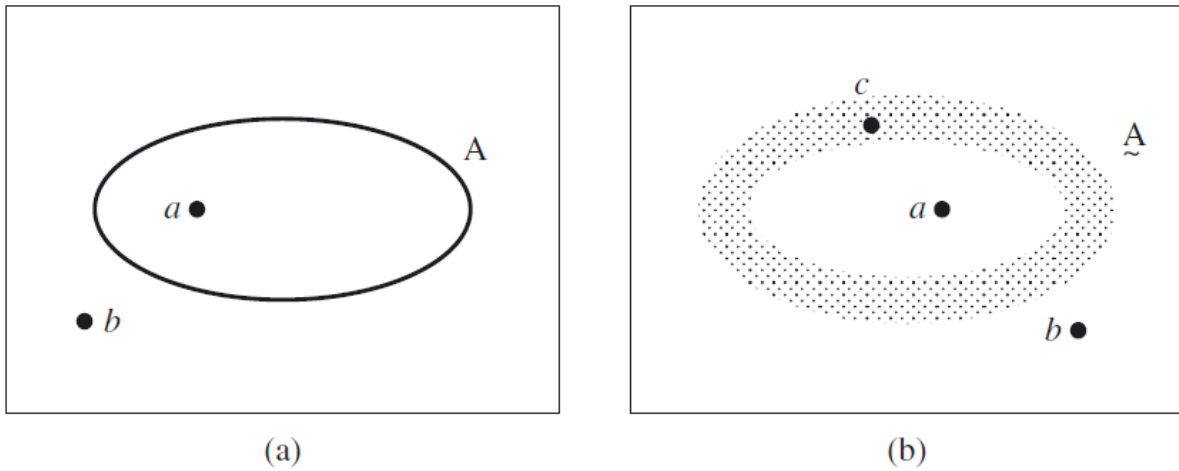


Şekil 3.1 Klasik (a) ve Bulanık (b) Kümeler

E 'nin evrensel küme olduğu durumda, E 'de tanımlanan bulanık küme A için μ_A üyelik fonksiyonu $\mu_A : E \mapsto [0,1]$ şeklinde ifade edilir. Bu fonksiyon, tanım kümesi E olan ve $[0,1]$ kapalı aralığında değerler alan fonksiyondur (Pedrycz, Ekel, & Parreiras, 2011, s. 26).

Her bir elemana üyelik fonksiyonu aracılığı ile bir üyelik derecesi atanmaktadır. Burada, klasik kümelerin aksine, üyelik dereceleri $[0, 1]$ kapalı aralığında değerler alabilmektedirler. Herhangi bir eleman için üyelik derecesi 1 ise bu eleman kesinlikle kümenin elemanıdır, üyelik derecesi 0 ise bu eleman kesinlikle kümenin elemanı değildir. Yani 0 ilgili kümeye ait olmamayı gösterirken, 1 değeri o kümenin kesin üyesi olmayı göstermektedir (Chen & Pham, 2001, s. 7).

Şekil 3.2 klasik küme sınırları ile bulanık küme sınırları konusu daha net anlaşılmasına yardımcı olmaktadır. Şekil 3.2 (a) klasik küme sınırlarının daha kesin olduğunu göstermekte ve "a" elemanının kümeye dahil olduğunu, "b" elemanının kümeye dahil olmadığını göstermektedir. Şekil 3.2 (b) ise aynı şekilde "a" elemanının kümeye dahil olduğunu, "b" elemanının kümeye dahil olmadığını göstermekte, fakat "c" elemanı tam sınırda olduğu için kesinlik ifadesi taşımamaktadır. Bu elemanın tamamen kümeye dahil edilmesi durumunda "a" elemanı ile eşit olduğu anlamına gelecek, bu da adil bir durum olmayacaktır. Dolayısıyla "c" elemanı belirli bir derecede kümenin elemanı sayılmalı ve bu derece 0 ile 1 arasında bir değere sahip olmalıdır (Ross, 2010, s. 26).



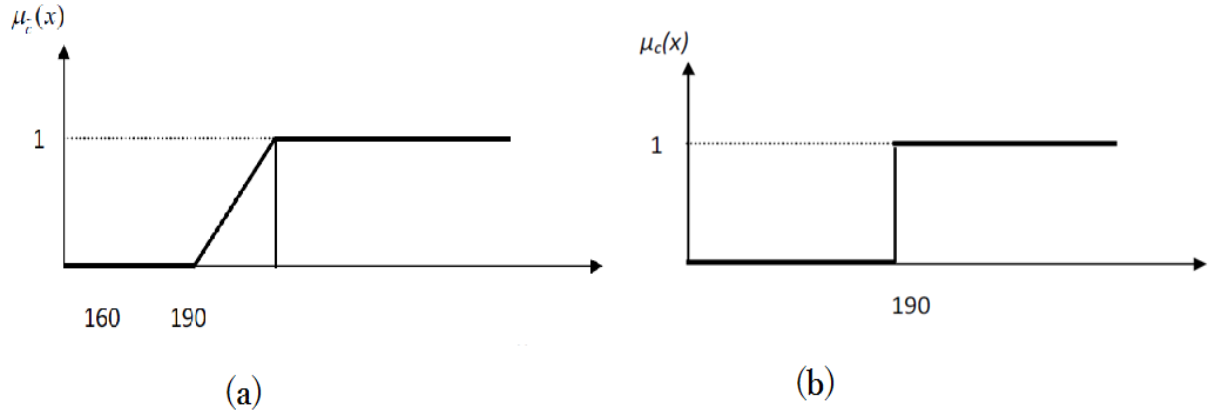
Şekil 3.2 (a) Klasik Küme Sınırları ve (b) Bulanık Küme Sınırları

Bulanık küme üyelik derecesi sürekli olan nesnelere oluşmaktadır. Böyle bir kümede her bir eleman, 0 ile 1 arasındaki üyelik dereceleri ile belirtilen üyelik fonksiyonu ile tanımlanmaktadır. Kümenin bulanık olduğunu ifade eden işaret “ \sim ” sembolüdür. Bulanık kümelerin üyelik fonksiyonlarının bulanık sayılar ya da bulanık aralık olarak gösterilmesi gerekmektedir. Bulanık sayıların bu şekilde gösterilebilmesi için, bulanık sayıların “6 civarında” örneğinde olduğu gibi yaklaşık sayılara ihtiyaç duyulmaktadır (Seçme & Özdemir, 2008, s. 176). Şekildeki klasik küme A ile gösterilirken, bulanık küme \tilde{A} ile gösterilmiş. Bunun dışında bazı kaynaklarda bulanık küme μ_A ile de gösterilmektedir (Wang L. , 1999, s. 20).

3.1.2 Bulanık Sayılar

Bulanık mantık kavramı, gerçek dünyayı algılandığı gibi ifade edilebildiğinden son derece sezgisel ve şeffaftır. Gerçek hayatta bir kümeye ait olmama durumu dereceli olarak değişebilmektedir. Örneğin oda sıcaklığı 20 derece olduğu zaman kişi kendini rahat hissediyorken, derece 19,5 ya 20,5 olduğunda da durum değişmeyecektir. Oda sıcaklığı 0 dereceye yaklaştıkça “soğuk”, 30 dereceye yaklaştıkça “sıcak” kavramlarını kullanabilecektir. Sıcak ve soğuk kavramlarını keskin sınırlarla ifade etmek imkânsızdır (Pedrycz, Ekel, & Parreiras, 2011, s. 21).

Aynı durum boy uzunluğu için de geçerlidir. Boyu 1.90 olan kişi uzun boylu sayılırken, boyu 1.86 olan kişi için de aynı ifade kullanılabilir. Burada da Şekil 3.3’de gösterildiği gibi kesin bir sınır çizilmesi mümkün olmamaktadır (Pedrycz, Ekel, & Parreiras, 2011, s. 21).

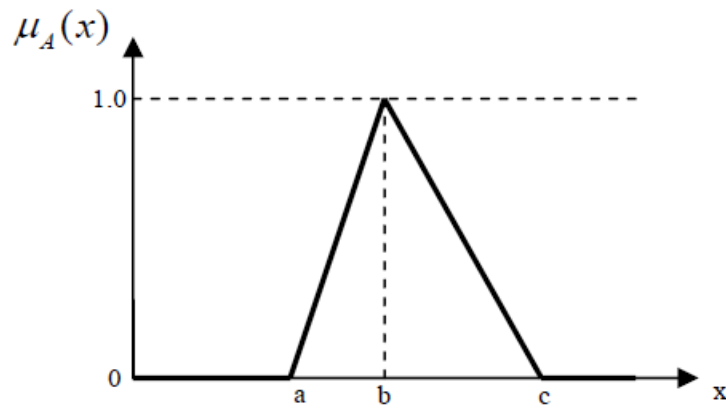


Şekil 3.3 Bulanık (a) ve Matematiksel (b) İfadeyle Boy Kavramı

Bulanık sayılar, bulanık kümelerle ifade edilir. Bulanık kümelerde ise aralıklar gerçek sayılar kullanılarak gösterilir, fakat aralık da belirsiz olması gerektiği için özel sayılar kullanılmaktadır. Bu sayılar genelde $[a,b,c]$ olarak gösterilir. Burada “a”, “c” bitiş noktalarını, “b” tepe noktasını ifade eder (Lee, 2005, s. 130). Üçgensel ve yamuksal bulanık sayılar uygulamada en çok kullanılan sayılar olup bulanık sayılar içinde önemli olanlarıdır (Seçme & Özdemir, 2008, s. 176).

3.1.3 Üçgensel Bulanık Sayılar

Üyelik fonksiyonu a, b ve c gibi üç değerle aşağıdaki gibi gösterilir (Şen, 2009, s. 361).



Şekil 3.4 Üçgen Üyelik Fonksiyonu

Üçgen üyelik fonksiyonu lineer segmentlerle aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir (Pedrycz, Ekel, & Parreiras, 2011, s. 26):

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x \leq c \\ 0, & c \leq x \end{cases} \quad (4.1)$$

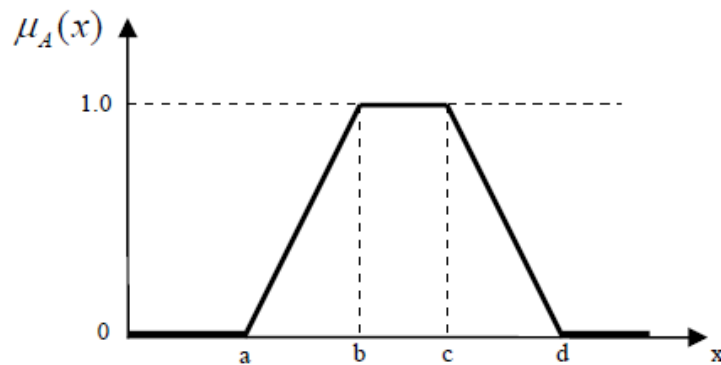
Yukarıdaki formüller daha anlaşılır olması açısından aşağıdaki şekilde de yazılabilir:

$$\mu_A(x) = \max \left[\min \left(\frac{x-a}{b-a}, \frac{c-x}{c-b} \right), 0 \right] \quad (4.2)$$

Burada a ve c parametreleri değişim aralığını b ise bulanık kümenin üyelik derecesinin 1'e eşit olduğu kısmını göstermektedir (Ersoylu, 2011, s. 39).

3.1.4 Yamuk Bulanık Sayılar

Üyelik fonksiyonu a, b ve c gibi üç değerle aşağıdaki gibi gösterilir (Şen, 2009, s. 361).



Şekil 3.5 Yamuk Üyelik Fonksiyonu

Yamuk üyelik fonksiyonu lineer segmentlerle aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir (Pedrycz, Ekel, & Parreiras, 2011, s. 27):

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x \leq b \\ 1, & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}, & c \leq x \leq d \\ 0, & d \leq x \end{cases} \quad (3.3)$$

Yukarıdaki formüller daha anlaşılır olması açısından aşağıdaki şekilde de yazılabilir:

$$\mu_A(x) = \max \left[\min \left(\frac{x-a}{b-a}, 1, \frac{d-x}{d-c} \right), 0 \right] \quad (3.4)$$

Burada a ve c parametreleri değişim aralığını b ise bulanık kümenin üyelik derecesinin 1'e eşit olduğu kısmı göstermektedir (Ersoylu, 2011, s. 39).

3.1.5 Üyelik Fonksiyonlarının Belirlenmesinde Kullanılan Teknikler

Literatürde üçgensel ve yamuksal bulanık sayılar dışında, Gauss kombinasyon üyelik fonksiyonu, üstel dağılım fonksiyonu, genelleştirilmiş çan eğrisi üyelik fonksiyonu gibi çok sayıda farklı üyelik fonksiyonları mevcuttur (Pedrycz, Ekel, & Parreiras, 2011, s. 27). Bu kadar çok sayıda üyelik fonksiyonunun bulunması hangisinin seçilmesi gerektiği konusunda karışıklık yaratmaktadır. Uygun üyelik fonksiyonuna karar verme ise uygulamanın başarısını önemli ölçüde etkilemektedir (Ertuğrul & Güneş, 2007, s. 650).

Üyelik fonksiyonları belirlenirken, sezgisel yöntemler, Ad-hoc formları yöntemi, frekans ve olasılıkların dönüştürülmesi yöntemi ya da fiziksel ölçüm yöntemleri gibi farklı tekniklerden yararlanılmaktadır. Sezgisel yöntem en basit olan yöntemdir. Kişinin bilgi ve görüşleri kaynak olarak gösterilmekte ve ihtiyaç duyulan bilgi uzman kişilerin görüşüne başvurularak elde edilmektedir. Ad-hoc formları tekniği, olası üyelik fonksiyonları çok farklı olmamakla birlikte yaygın olarak kullanılan bulanık üye fonksiyonlarının basit bulanık sayı formundadır. Bu durum problemi daha da basitleştirmektedir. Örneğin sadece bir merkezi değer seçmek ve bu merkezi değer her iki yanındaki eğimleri belirlemek yoluyla üyelik değerlerine ulaşılabilir. Frekans ve olasılıkların dönüştürülmesi yöntemi, üyelik fonksiyonlarının hesaplanmasında gereken bilgilerin olasılık eğrileri ve frekans histogramları ile ifade edilmesi gerektiğinde bu yöntem kullanılmaktadır. Fiziksel ölçümler yönteminde, elde edilen bilgilerin doğrudan üyelik derecesini belirleyememesine rağmen birçok bulanık mantık uygulamasında bu yöntem kullanılmaktadır (Acer, 2009, s. 86).

Bulanık karar verme teorisi lineer programlama, dinamik programlama, amaç programlama, oyun teorisi, çok kriterli karar verme gibi birçok modele uyarlanarak kullanılmaktadır. Bu çalışmalarda farklı farklı yöntemler denenmeye çalışılmıştır. Fakat birçok uygulamada hesaplamaların basit olması genelde önemli parametrelerden birini oluşturmaktadır (Ertuğrul & Güneş, 2007, s. 650). Çalışmadaki tedarikçi seçimi hızlı ve efektif bir şekilde, üstelik gecikmelerin kabul edilmediği otelcilik gibi bir sektörde uygulandığından hesaplamaların basit ve uygulanabilir olması en önemli başarı faktörlerin arasındadır. Bu nedenle çalışmalarda yaygın olarak kullanılan üçgensel üyelik fonksiyonu seçilmiştir.

3.1.6 Üçgensel Bulanık Sayılarla Aritmetik İşlemler

$\tilde{A}_1 = (a_1, b_1, c_1)$ ve $\tilde{A}_2 = (a_2, b_2, c_2)$ üçgensel bulanık sayılar ve bulanık aralığı temsil eden a, b, c sayılar için $a_1 \leq b_1 \leq c_1$, $a_2 \leq b_2 \leq c_2$ olmak üzere aritmetik işlemler aşağıdaki gibi ifade edilir (Ertuğrul & Karakaşoğlu, 2006, s. 195):

$$\text{Toplama: } \tilde{A}_1 + \tilde{A}_2 = (a_1 + a_2, b_1 + b_2, c_1 + c_2) \quad (3.5)$$

$$\text{Çıkarma: } \tilde{A}_1 - \tilde{A}_2 = (a_1 - a_2, b_1 - b_2, c_1 - c_2) \quad (3.6)$$

$$\text{Çarpma: } \tilde{A}_1 \times \tilde{A}_2 = (a_1 \times a_2, b_1 \times b_2, c_1 \times c_2) \quad (3.7)$$

$$\text{Bölme: } \tilde{A}_1 / \tilde{A}_2 = (a_1 / c_2, b_1 / b_2, c_1 / a_2) \quad (3.8)$$

$$\text{Tersini Alma: } 1/\tilde{A}_1 = (1/c_1, 1/b_1, 1/a_1) \quad (3.9)$$

Üçgen bulanık sayılarda işlem yaparken dikkat edilmesi gereken bazı özellikler şu şekilde sıralanabilir (Cebeci, 2013, s. 31):

İki üçgen bulanık sayının toplama ve çıkarma işlemlerinin sonucu yine bir üçgen bulanık sayıdır.

Üçgen bulanık sayılarda çarpma, bölme ve ters işlem sonuç olarak her zaman üçgen bulanık sayı vermez.

Üçgen bulanık sayılarda maksimum veya minimum işlemleri de sonuç olarak her zaman üçgen bulanık sayı vermez. Fakat bu işlemlerin sonuçları, yaklaşık üçgen bulanık sayı olarak kabul edilebilir.

Üçgensel sayılarla aritmetik işlemler bulanık sistemlerde sıklıkla kullanılmaktadır. Çünkü belirli aritmetik işlemler, bulanık sayıların doğrusal üyelik fonksiyonlarının şeklini korumaktadır (Kahraman & Yavuz, 2010, s. 216).

3.1.7 Bulanık Sayıların Sıralanması Metodu

Bulanık sayılar kesin olmayan durumları sayısal olarak ifade etmek için kullanılmaktadır. Bazı durumlarda bu bulanık sayıların birbirleriyle kıyaslanma ya da sıralanma ihtiyacı olduğunda bu metot büyük önem taşımaktadır. Özellikle kriterler ve alternatiflerin karşılaştırma işleminde bulanık sayı olarak sonuç üretildiği için bu önem daha da artmaktadır (Erpolat, 2012, s. 215).

Çok kriterli karar verme problemlerinde bulanık veri kullanıldığında nihai sonuçlar sayı değil, bulanık değerler olmaktadır. Bulanık değerler ise farklı gerçel sayılar ve üyelik fonksiyonlarıyla ifade edildiği için, çıkan sonuçları kendi aralarında karşılaştırmak kolay olmamaktadır. Bulanık sonuç kümesi gerçel sayıların oluşturduğu sıralı bir kümeye benzemediği için bulanık kümeyi inceleyerek en iyi alternatifi belirlemek oldukça zordur. 1970’li yıllardan bu yana buna çözüm bulmak için birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar kullandıkları yöntemlere göre 4 farklı grupta toplanabilir (Chen & Hwang, 1992, s. 102):

Tercih ilişkisi yöntemleri: Optimalite derecelendirme, Hamming mesafe, α -kesim noktaları ve karşılaştırma fonksiyonları tekniklerinden yararlanılmaktadır.

Bulanık ortalama ve yayılma yöntemleri: Olasılık dağılımları tekniklerinden yararlanılmaktadır.

Bulanık puanlama (veya doğrudan kıyaslama) yöntemleri: Optimale göre oranlama, sağ ve sol puanlama, alan ölçme, çekim merkezi gibi tekniklerden yararlanılmaktadır.

Dilsel yöntemleri: Sezgisel ve dilsel yaklaşık değerler tekniklerinden yararlanılmaktadır.

Wang ve Kerre bulanık sayıları sıralama yöntemlerini ile üç gruba ayırmıştır (Wang & Kerre, 2001, s. 375):

1. Bulanık değer kümesiyle gerçel sayı kümesi arasında bir haritalama yapılarak, daha sonra bulanık değerler bu gerçel kümeye istinaden karşılaştırılmaktadır. Bu yöntemi kullanan bazı yaklaşımlar: Adamo yaklaşımı, Yager Yaklaşımı, Chang yaklaşımı, Campos ve Munoz yaklaşımı, Liou ve Wang yaklaşımı, Choobineh ve Li Fortemps yaklaşımı ve Roubens yaklaşımıdır.
2. Her bulanık değer kümesi için bir referans kümesi oluşturulur ve karşılaştırmalar bu referanslara göre yapılmaktadır. Bu yöntemi kullanan bazı yaklaşımlar: Jain yaklaşımı, Kerre yaklaşımı, Chen yaklaşımı, Wang yaklaşımı, Kim ve Park yaklaşımıdır.
3. Bulanık değerler bulanık ilişkiler kurularak karşılaştırılmaktadır. Bu yöntemi kullanan bazı yaklaşımlar : Baas and Kwakernaak yaklaşımı, Baldwin and Guild yaklaşımı, Dubois and

Prade yaklaşımı, Nakamura yaklaşımı, Kolodziejczyk yaklaşımı, Delgado yaklaşımı, Yuan yaklaşımı, Saade and Schwarzlander yaklaşımıdır.

Chang tarafından önerilen yöntemde tutarlılığın hesaplanması bazı durumlarda mümkün değildir. Bulanık AHP uygulandığında toplam ağırlık vektöründe yer alan bazı kriterlerin ağırlıkları sıfır çıkmaktadır. Bu durumda tutarlılık indeksi hesaplanırken sonuç matematiksel olarak tanımsız olmaktadır (Şengül, Eren, & Eslamian, 2012, s. 154). Bu nedenle, çalışmada; Chang yöntemine göre elde edilen bulanık karşılaştırma değerleri, Kareli Ortalama yöntemi kullanılarak sıralanmıştır. Göksu tarafından yapılan çalışmada, yöntemle sıralama yapıldığında bulunan tutarlılık oranının, Liou ve Wang'ın yöntemine göre bulunan değere çok yakın çıkmaktadır (Göksu, 2008, s. 17). Şengül ve arkadaşları kareli ortalama yönteminin Kwong-Bai yöntemi ile birbirine çok yakın sonuçlar ürettiğini göstermiştir (Şengül, Eren, & Eslamian, 2012, s. 162). Bu nedenle Bulanık AHP yönteminde sayıları birbiriyle ikili karşılaştırma yaparken başarılı ve kolay uygulanabilen bu yöntem kullanılacaktır.

Kareli ortalamasının algoritması $\tilde{A} = [a_{ij}]$, $i=1,2, \dots, m$ bulanık sayı için (Göksu, 2008):

$$K(A) = \sqrt{\frac{\sum (a_{ij})^2}{n}} \quad (4.10)$$

$\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$ üçgensel bulanık sayısı için,

$$K(A) = \sqrt{\frac{a_1^2 + a_2^2 + a_3^2}{3}} \quad (4.11)$$

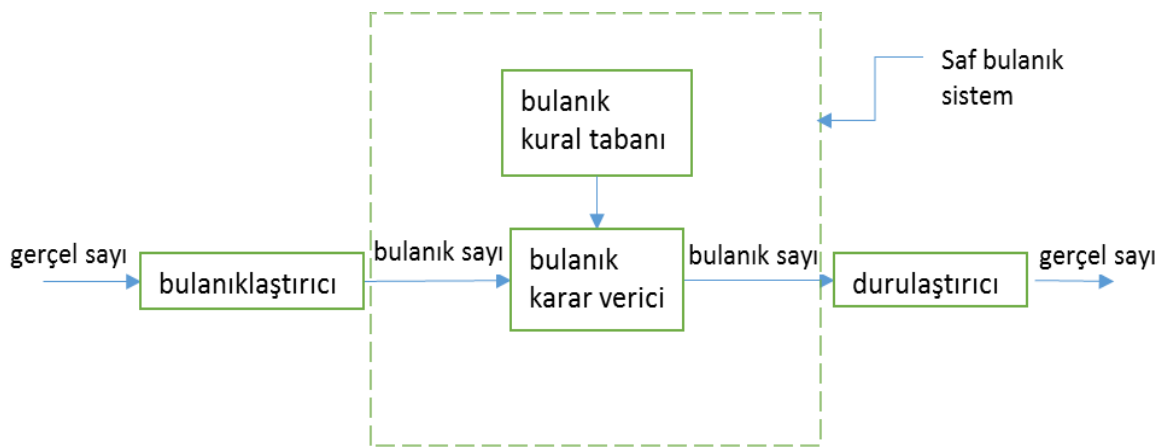
şeklinde hesaplanmaktadır. Elde edilen $K(A)$ değerleri aralarında sıralanabilmektedirler.

3.1.8 Bulanık Sayılarda Durulaştırma (Defuzzification)

Karar verme sürecinde insan düşüncesine yakın ifadelerin kullanılması ve bulanık değerlerin modele dâhil edilmesi büyük avantaj sağlamakla birlikte bulanık modellerden çıkan sonuçların kesin değerler halinde görülmesi karar vermeyi kolaylaştırmaktadır. Günlük yaşamamızda bulanık kümelerle birçok şeyi ifade etmemize rağmen, insanlar ya da makineler günlük görevleri yerine getirirken kesin değerlerle ifade etmektedir. Örneğin otomatik pilota “biraz batıya çevir” gibi bir komut verilirse, otomatik pilotun bu görevi yerine getirmesi

mümkün değildir. Bu komut kesin değer kullanarak verilmelidir. Dolayısıyla çok kullanışlı olan bulanık sistemlerin ürettiği sonuçların gerçek dünyada kullanılabilmesi için durulaştırma (defuzzification) işlemine tabi tutulması gerekmektedir (Ross, 2010, s. 90).

Bulanık sistemlerin ürettiği sonuçların gerçekte ne anlama geldiğini anlamak için kesin değerlere dönüştürülmesi gerekmektedir (Li, Chen, & Huang., 2001, s. 360). Bulanık sistemin tipik mimarisi bulanıklaştırıcı (fuzzifier), saf bulanık sistem ve durulaştırıcı (Defuzzifier) bitimlerinden oluşmaktadır. Mimarinin yapısı Şekil 3.6’da verilmiştir. Burada saf bulanık birim içerisinde bulanık veriler bulanık kurallara göre işlenmekte ve bulanık sonuçlar üretilmektedir (Liu & Li, 2004, s. 9).



Şekil 3.6 Bulanık Sistem Mimarisi (Liu & Li, 2004, s. 9)

Matematiksel olarak, bulanık kümesinin durulaştırma işlemi onu “en yakın birime yuvarlama süreci” olarak tanımlanmaktadır. Bulanık küme, üyelik fonksiyonların kümesi ya da birim aralıkta değerlerin vektörü olarak düşünülürse, durulaştırma işlemi bu vektörü tek bir skaler değere ve muhtemelen en çok temsil edebilecek değere dönüştürme işlemi olarak açıklanmaktadır. Literatürde birçok durulaştırma yöntemi mevcut olmakla birlikte bunların bazıları aşağıda verilmiştir (Ross, 2010, s. 90):

1. Üyelik fonksiyonunun en yüksek noktası
2. Ağırlık merkezi
3. Ağırlıklı ortalama
4. Üyelik fonksiyonunun en yüksek noktalarının ortalaması
5. Toplamların merkezi
6. En büyük alan merkezi yöntemi
7. İlk (ya da son) yükselti yöntemi

Bulanık bilginin içeriğinin tümünü yansıttığı ve beklenen değere en yakın skaler değer verdiği için üyelik fonksiyonunun en yüksek noktası ve ağırlık merkezi yöntemleri en yaygın kullanılan durulaştırma metotlarıdır. Fakat bu metotlar bile bulanık veriyi indirgerken sınırlamak zorunda kalmakta ve çoğu zaman önemli kayıplar yaşatabilmektedir. Bu nedenle genel durulaştırma fonksiyonlarının yerine, modelin mimarisine göre özel durulaştırma fonksiyonunun geliştirilmesi daha başarılı sonuçlar verebilmektedir (Cox, 1994, s. 255)

Chou (2003) daha önce ortaya konmuş genel durulaştırma fonksiyonlarının çok fazla hesaplama gerektirmesinden dolayı bazı alanlarda kullanımının zor olduğuna dikkat çekmektedir. Bu yüzden yeni, daha kolay durulaştırma yapılabilecek kademeli ortalama prensibine dayalı yeni bir yaklaşım geliştirilmiştir (Chou, 2003, s. 1601). Bu yaklaşımı Deng ve Chan (2011) tedarikçi seçim probleminde kullanarak başarılı sonuçlar elde etmiştir (Deng & Chan, 2011, s. 9854).

Üçgensel bulanık sayı $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$ şeklinde gösterilirse, bulanık sayının kademeli ortalama entegrasyonu,

$$P(\tilde{A}) = \frac{1}{6}(a_1 + 4 \times a_2 + a_3) \quad (3.12)$$

şeklinde tanımlanabilir. Uygulamada etkili sonuçlar alabilmek adına bu metottan yararlanılacaktır.

3.2 Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (BAHP)

AHP tekniğinin ele alındığı bölümde bu yöntemin dezavantajları arasında, yapılan değerlendirmelerde kriter ve seçenekleri etkileyebilecek olan belirsizliklerin varlığı ve bu konuda karar vericinin etkisinin de büyük olduğu vurgulanmıştır. Buradaki olası başarısızlık, kişilerin ikili karşılaştırmaları yaparken düşüncelerini kesin sayılarla yansıtamamalarından kaynaklanabilmektedir. Bu yüzden karar verici yanlış değerlendirmeler yapıp yanlış kararlar da alabilmektedir. Bulanık AHP tekniği bu eksikliği gidererek insanın düşünce yapısına uygun bir yaklaşım sunmaktadır.

Bir karar probleminde kişiler karşılaştırmalar yaparken, hangi kriterin diğerine göre daha önemli olduğunu kolay bir şekilde ifade edebilmekteyken, sayısal bir değerle ifade etme noktasında zorlanmaktadırlar. Karar vericiler açısından, aralıklı değerlerle karar verme sabit değerlerle karar vermeye göre daha kolaydır (Kahraman & Yavuz, 2010, s. 342). Örneğin güvenlik, riske eğilim, çalışanlar arasındaki ilişki, uyum gibi kavramlar sayısal değerlerle ifade edilemeyecek nitelikte olduğundan sayısal değerler yerine bulanık sayılarla ifade edildiğinde daha gerçekçi sonuçlar vermektedir (Dağdeviren, Yüksel, & Kurt, 2008, s. 771).

BAHP, klasik AHP’de olduğu gibi uzman görüşlerine dayanan önceliklerin belirlenmesi ile başlamaktadır. Fakat bu öncelikler, uzmanların tecrübesinden en efektif şekilde yararlanmak için insan düşüncesine yakın ifadelerle mekanizmaya dâhil edilmektedir. Bulanık aritmetiğin kullanılması sonucu, her bir kriter için elde edilen değerleri birleştirmek için bir ağırlık vektörleri serisi hesaplanmaktadır (Kahraman, Cebeci, & Ruan, 2004, s. 173).

Bu yöntem, kararın amacına yönelik tercihlerin belirlenmesinde yöneticilere yol gösteren bir yöntemdir. Bunun yanında tercihleri nicel olarak ölçebilen, hem uygulaması hem de anlaşılması oldukça kolay olan bir yöntem olarak literatürde yerini almıştır. Yöntemde, AHP ayrıştırma temelleri, ikili karşılaştırmalar, öncelik vektör oluşumu ve sentezi gibi tüm adımlar yer almaktadır. AHP’nin amacı uzmanların bilgisini elde etmek olsa da hala insan düşünce sitilini yansıtamamaktadır. Bu nedenle BAHP hiyerarşik bulanık problemleri çözmek için geliştirilmiştir (Seçme & Özdemir, 2008, s. 177).

3.3 Literatürde Yer Alan Bazı Bulanık AHP Yaklaşımları

Literatüre bakıldığında çeşitli yazarlar tarafından bahsedilmiş birçok bulanık AHP metodu bulmak mümkündür. İlk bulanık AHP çalışması, Laarhoven ve Pedrycz (1983) tarafından üçgen üyelik fonksiyonları kullanılarak bulanık oranları karşılaştırma şeklinde yapılmıştır. Buckley (1985), bulanık öncelikleri trapezoidal üyelik fonksiyonu kullanarak belirlemiştir. Boender ve arkadaşları, Laarhoven ve Pedrycz yönteminin geliştirip yerel önceliklerin normalize edilmesi için daha sağlam bir yaklaşım sunmuşlardır. (1989) Chang (1996) ise bulanık değerlerin karşılaştırılmasında üçgen bulanık sayıları kullanarak bulanık AHP için yeni bir yaklaşım ortaya atmıştır (Kahraman & Yavuz, 2010, s. 342). Cheng (1996) bulanık standartlar geliştirerek, performans puanlarını üyelik fonksiyonları ile göstermiştir. Birleşik ağırlıkları hesaplamak için ise entropi kullanmıştır (Büyüközkan, Kahraman, & Ruan, 2004, s. 259).

3.3.1 Von Laarhoven ve Pedrycz Yaklaşımı

Laarhoven ve Pedrycz’in önerdiği algoritma Saaty’nin AHP metodunun bir uzantısı konumundadır. AHP’de kullanılan ölçekte bulanık ifadeler direk karşılaştırma matrisinin içinde yer almamakta, Laarhoven and Pedrycz’in önerdiği uzantıda ise matrisin içinde bulanık üçgensel ifadeler yer almaktadır. Bunu dışında tüm adımlar aynı şekilde uygulanmaktadır. Bulanık ağırlıkları ve performans puanlarını elde etmek için Lootsma’nın logaritmik en küçük kareler yöntemi kullanılmaktadır (Chen & Hwang, 1992, s. 339).

Bu metodun tahmin edilen ağırlıkları belirlemek için seçilmesinin nedeni, birden fazla karar vericinin fikrini ele alabilmek için uygun olması ve bulanık durumları kolayca genelleştirilebilmesidir (Göksu & Güngör, 2008, s. 8).

Yöntemin dezavantajları ise lineer denklemlerin her zaman çözümünün olmaması, problemin büyüklüğü fark etmeksizin fazla hesaplama gerektirmesi ve sadece üçgensel bulanık sayılar kullanılabilmesidir (Büyüközkan, Kahraman, & Ruan, 2004, s. 259).

3.3.2 Buckley Yaklaşımı

Buckley 1985 yılında Saaty'nin AHP'sini genişleterek bulanık karşılaştırma oranları üzerinde çalışmıştır. Buckley, Laarhoven ve Pedrycz'in metodunu iki yönden eleştirmiştir. Bunlardan ilki Laarhoven ve Pedrycz'in metodunda yer alan lineer denklemlerin her zaman tek çözümünün olmaması, ikincisi de ağırlıkların bulunmasında üçgensel bulanık sayıların kullanılmasında ısrar etmeleridir. Bunun üzerine Buckley, bulanık ağırlıkları ve performans skorlarını elde edebilmek için geometrik ortalama metodunu kullanmıştır. Bu metodun kullanılmasının nedeni bulanık durumları kolayca genelleştirilebilmesi ve karşılaştırma matrislerinden tek çözüm elde edilmesini garantilemesidir. Yöntem yamuk bulanık sayılarla doğrudan uygulanmaktadır (Cebeci, 2013, s. 34).

Buckley, Laarhoven ve Pedrycz' in metodunun iki dezavantajına çözüm bulmuş, fakat yöntem hala çok fazla hesaplama gerektirdiği için bazı durumlarda tercih edilmemektedir (Büyüközkan, Kahraman, & Ruan, 2004, s. 259).

3.3.3 Entropi Ağırlığı Yaklaşımı (Cheng Entropi Yöntemi)

Cheng (1996) önerdiği yöntemde Shannon entropisinden yararlanarak, birleşik ağırlıklar hesaplanmıştır. Entropi, bir sistemdeki belirsizliği ifade eden bir kavramdır. Shannon entropisi ise klasik bilgi teorisinin temelini oluşturur ve rassal bir deneyde bulunan çıktıların tahminindeki ortalama belirsizliği ölçmektedir (Güner, 2005, s. 58). Cheng, entropi değerlerini kullanarak sistemde var olan belirsizliği en küçükleme ve bulanık sayılar kullanarak da sonucun daha doğru olmasını amaçlamıştır. Yöntemde bulanık standartlar oluşturularak, performans puanları üyelik fonksiyonları ile ifade edilmektedir. Bu yöntemin avantajı, çok fazla hesap gerektirmemesidir. Olasılık dağılımı bilindiği zaman entropi kullanılmakta ve hem olasılık hem de olabilirlik ölçülerine dayanmaktadır (Göksu, 2008, s. 42).

3.3.4 Chang Mertebe Analizi Yaklaşımı

Kullanım kolaylığı ve adımların klasik AHP tekniğine yakın olması nedeniyle uygulamada da en çok tercih edilen tekniklerden biri olan Chang Mertebe Analizi Yaklaşımı'nda her bir nesne alınarak her bir amaç için mertebe uygulanmaktadır. Sonunda her bir nesne için m tane mertebe analiz değerleri elde edilmektedir (Acer, 2009, s. 97).

Çalışmada Chang Mertebe Analizi yaklaşımından yararlanılacağı için detaylı olarak aşağıda verilmiştir.

$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ nesnelar kümesi ve $U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$ hedef kümesi için genişletilmiş analiz değeri $M^1_{g_i}, M^2_{g_i}, \dots, M^m_{g_i}, i = 1, 2, \dots, n$ şeklinde gösterilmektedir. Burada tüm $M^j_{g_i} (j = 1, 2, \dots, m)$ değeri üçgensel bulanık sayılardır.

Chang'ın genişletilmiş analizinin adımları aşağıda verilmiştir (Büyüközkan, Kahraman, & Ruan, 2004, s. 176).

1.Adım:

Bulanık yapay büyüklük değeri, i. nesne için aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$S_i = \sum_{j=1}^m M^j_{g_i} \otimes \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M^j_{g_i} \right]^{-1} \quad (3.13)$$

Buradaki $\sum_{j=1}^m M^j_{g_i}$ ifadesini elde etmek için, bulanık toplama işlemini aşağıdaki şekilde gerçekleştirmek gerekmektedir.

$$\sum_{j=1}^m M^j_{g_i} = \left(\sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j \right) \quad (3.14)$$

Buradaki $\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M^j_{g_i} \right]^{-1}$ ifadesinin elde etmek için ise, $M^j_{g_i} (j = 1, 2, \dots, m)$ değeri üzerinde aşağıdaki gibi bulanık toplama işlemi gerekmektedir.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M^j_{g_i} = \left(\sum_{i=1}^n l_i, \sum_{i=1}^n m_i, \sum_{i=1}^n u_i \right) \quad (3.15)$$

Daha sonra vektörün tersi aşağıdaki formüle göre alınmalıdır.

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M^j_{g_i} \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_i}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_i} \right) \quad (3.16)$$

Buradaki “l” ve “u” değeri üçgensel sayının bitiş noktalarını, “m” tepe noktasını ifade etmektedir.

2.Adım:

$M_2=(l_2,m_2,u_2) \geq M_1=(l_1,m_1,u_1)$ ifadesinin olasılık derecesi şu şekilde tanımlanmaktadır:

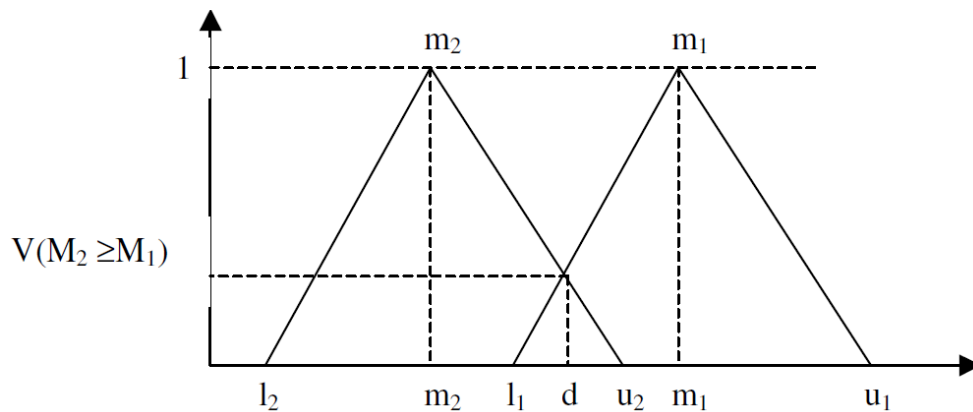
$$V(M_2 \geq M_1) = \sup_{y \geq x} [\min(\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y))] \quad (3.17)$$

$M_1=(l_1,m_1,u_1)$ ve $M_2=(l_2,m_2,u_2)$ bulanık sayılar olmak üzere

$$V(M_2 \geq M_1) = \text{hgt}(M_1 \cap M_2) = \mu_{M_2}(d) = \begin{cases} 1, & m_2 \geq m_1 \text{ ise,} \\ 0, & l_1 \geq u_2 \text{ ise,} \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)}, & \text{yoksa,} \end{cases} \quad (3.18)$$

şeklinde ifade elde edilmektedir. Buradaki “d” değeri μ_{M_1} ve μ_{M_2} arasındaki en yüksek kesişim noktasının ordinatıdır.

Şekil 3.7’de bu kesişim noktası gösterilmiştir.



Şekil 3.7 M_1 ve M_2 'nin Kesişimi

3.Adım:

Konveks bir bulanık sayının olasılık derecesinin k konveks bulanık sayıdan M_i ($i = 1, 2, \dots, k$) daha büyük olması şu şekilde tanımlanabilmektedir:

$$\begin{aligned} V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) &= V[(M \geq M_1) \text{ ve } (M \geq M_2) \text{ ve } \dots \text{ ve } (M \geq M_k)] \\ &= \min V(M \geq M_i), \quad i = 1, 2, \dots, k. \end{aligned} \quad (3.19)$$

$k = 1, 2, \dots, n$; $k \neq j$ için $d'(A_i) = \min V(S_i \geq S_k)$ olduğu düşünülürse ağırlık vektörü için

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (3.20)$$

4.Adım:

Normalize edilmiş ağırlık vektörleri

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (3.21)$$

şeklinde, W ağırlık vektörü bir bulanık olmayan sayı bulunmaktadır.

Normalizasyon işlemi, normal değer aralığının dışındaki değerleri aralık içine alma işlemidir.

3.4 Bulanık AHP'de Kullanılan Ölçekler

Bulanık modellerde kullanılan dilsel ölçekler bulanık evreni temsil etmektedir. Bulanık evreni, dilsel değişkenlerinden türetilen değerler oluşturmaktadır (Cox, 1994, s. 213). Bulanık AHP'de uygulanan yöntemlere göre farklı ölçek çeşitleri mevcuttur. Bulanık üçgensel sayılardan oluşan ölçek yaygın olarak kullanılmaktadır. Ölçek ve dilsel karşılıklar Tablo 3.1'de verilmiştir (Kahraman, Cebeci, & Ruan, 2004, s. 171). Uygulamada bu ölçekten yararlanılacaktır.

Tablo 3.1 Bulanık Analitik Hiyerarşik Prosesi Ölçeği

Açıklama	Önem Derecesi	Önem Derecesi Eşleniği
Eşit Önemli	(1,1,1)	(1,1,1)
Daha Önemli	2/3, 1, 3/2	2/3, 1, 3/2
Çok Daha Önemli	3/2, 2, 5/2	2/5, 1/2, 2/3
Çok Fazla Önemli	5/2, 3, 7/2	2/7, 1/3, 2/5
Kesin Önemli	7/2, 4, 9/2	2/9, 1/4, 2/7

3.5 Bulanık AHP'de Tutarlılık Analizi

Klasik AHP'de olduğu gibi bulanık AHP'de de yapılan karşılaştırmaların birbirleriyle tutarlı olması gerekmektedir (Güner, 2005, s. 68). Fakat Chang tarafından önerilen genişletilmiş analiz yönteminde tutarlılık hesaplama işlemi bazı durumlarda mümkün olmamaktadır (Göksu, 2008, s. 54). Tutarlılık; nihai kararın doğruluğu açısından, ikili karşılaştırma sürecinde karar verici tarafından verilen yargıların tutarlılığıdır. Tutarlılık, doğru bir kararın ön koşuludur (Durdudiler, 2006, s. 30).

Bulanık AHP sonuçlarına göre toplam ağırlık vektöründe bazı değerler sıfır çıkabilmektedir. Tutarlılık indeksi hesaplanırken, tanımsız durumuyla karşılaşmamak için Göksu(2008) tarafından Kareli Ortalama Yöntemi ismiyle yeni bir yöntem önerilmiştir. Bu

yöntemle yapılan uygulama sonucunda hesaplanan tutarlılık oranının, Liou ve Wang'ın yöntemine göre bulunan değere çok yakın olduğu gösterilmiştir (Göksu, 2008, s. 54). Tutarlılık önemli olduğundan ve fazla hesaplama gerekmediğinden uygulama için kareli ortalama yöntemi seçilmiştir.

3.6 Bulanık AHP Yönteminin İşletmecilik Alanındaki Uygulamalarına İlişkin Literatür Taraması

AHP yöntemi, ikili karşılaştırma sürecinde, belirsiz ve kararsız kalındığı durumlara çözüm getirmede yetersiz kalmasından eleştirilmektedir. Bu yüzden hiyerarşik problemleri çözebilmek için AHP yöntemi geliştirilmiştir.

AHP ile ilgili en yaygın kullanılan yaklaşımlar daha önceki bölümde verildiğinden bu bölümde 2000 yılından bu yana çalışmaların bazıları kronolojik sırada verilmiştir.

Kahraman ve arkadaşları (2003) beyaz eşya sektöründe tedarikçi seçim problemi için BAHP yöntemi kullanmışlardır. Karar vericiler dilsel değişkenler sayesinde kriterlerin önemleri hakkında karar verebilmektedir.

Kahraman ve arkadaşları (2004), BAHP yöntemiyle Türkiye'de bulunan üç yemek firmasını incelemişlerdir. Çalışmalarında üçgensel bulanık sayılar ve genişletilmiş analiz yöntemi kullanılmıştır.

Güner (2005), BAHP'yi en iyi tedarikçi seçim problemine uygulamış ve burada klasik AHP metodu, Chang'ın genişletilmiş analiz yöntemi kullanmış ve bu metotları karşılaştırmıştır.

Akman ve Alkan (2006), tedarik zinciri yönetiminde tedarikçilerin performansının ölçülmesini, BAHP yöntemi kullanarak sağlamıştır.

Ertuğrul ve Karakaşoğlu (2006), en iyi tedarikçinin seçimi probleminde BAHP'yi Chang'ın genişletilmiş analiz yöntemini kullanarak uygulamıştır.

Durdudiler (2006), tedarikçi performans değerlendirmesinde klasik AHP ve BAHP yöntemlerini uygulamış ve sonuçlarını karşılaştırmıştır. Uygulamayı perakende sektöründe gerçekleştirmiştir.

Seçme ve Özdemir (2008), işletmenin mevcut tedarikçileri arasından uzun süreli işbirliği için en uygun tedarikçiyi tespit etmek amacıyla BAHP kullanmıştır.

Dursun (2009) çalışmasında, tekstil sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın tedarikçilerini, BAHP yöntemi kullanılarak belirlemiştir. Bulunan sonuçlar firmanın gelecek stratejilerine göre matematiksel bir model oluşturmada kullanılmıştır.

Ünver (2010), İngiltere'de bir gıda firması için tedarikçi seçimi problemini, yapılan anket çalışması ile BAHP mantığıyla modellemiştir.

Yılmaz (2012) tedarikçi seçim problemini çözmek için BAHP ve VIKOR yöntemlerini birleştirerek bütünleşik bir sistem önerisi yapmıştır.

Öztürk ve Başkaya (2012) çalışmalarında, bir ekmek fabrikasının, un tedarikçisi seçim sürecini BAHP ile değerlendirmiştir. Çalışmada toplam integral tekniği ile genişletilmiş analiz arasında karşılaştırma yapılmıştır.

Vatansever ve Uluköy (2013) çalışmalarında karar vericilerin görüşleri doğrultusunda karar matrisleri oluşturup, kriter ağırlıklarının belirlenmesinde BAHP'yi, alternatiflerin değerlendirilmesinde ise bulanık MOORA yöntemlerini uygulamıştır.

Davras ve Karaatlı (2014), çalışmalarında tedarikçi seçimi sürecinde AHP ve BAHP yöntemleri uygulanmıştır. Otel işletmesinde yapılan bu çalışmada her iki yöntemin sonuçlarını karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde BAHP tekniği AHP tekniğine göre daha fazla avantaj taşıdığı gibi karar vericilerin dilsel ölçeklerle kendilerini daha rahat ifade ettikleri görülmüştür. Ayrıca tedarikçi sayısı arttıkça çok fazla ikili karşılaştırma yapılmak zorunda kalındığından uygulama da süreçlerin yavaşlamasına sebep olmaktadır. Bu nedenle tedarikçi sayısının fazla olduğu durumda başka sıralama yöntemleriyle birleştirilerek bütünleşik sistemlerin daha etkili olduğu kararına varılmıştır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

TAGUCHİ METODU

Taguchi yöntemleri adını yaratıcısı olan Dr. Genichi Taguchi' den almıştır. Taguchi yöntemi, 1960 yılından beri Japon mallarının kalitelerini arttırmak için başarı ile kullanılan kalite stratejisinin bir parçasıdır. 1980'lerde Amerika ve Avrupa'daki firmalar, üretimin hemen ardından kontrol edilerek, standartlara uymayan ürünlerin elenmesine dayanan eski kalite kontrol yöntemlerinin, Japon kalite stratejileri ile boy ölçüşemeyeceğini fark etmişlerdir. Dr. Genichi Taguchi, bu yöntem ile ne kadar sıkı kontrol yapılırsa yapılsın ürünlerde kalite gelişiminin olmayacağını, kalitenin tasarım aşamasında ürüne katılması gerektiğini öne sürerek yeni bir yöntem geliştirmiştir (Baydar, 2010, s. 20).

Taguchi yöntemi, geleneksel kalite kontrol yöntemlerine göre zaman ve maliyette tasarruf sağlayarak uzun yıllardır kullanılmış ve yine ürün kalitesinin arttırılmasına yönelik uygulanan “Deney Tasarımı” metoduna öncülük etmiştir (Sarı, 2014, s. 74). “Deney tasarımı” kavramının İngiltere’de 1920’li yıllarda Sir R. A. Fisher tarafından ortaya atılmasına rağmen, deney tasarımı denilince Taguchi yaklaşımı ilk akla gelen yöntem olmaktadır. Bunun nedeni Fisher tarafından önerilen istatistiksel yöntemin çok fazla sayıda deney gerektirdiğinden endüstride kullanmak için elverişli olmamasıdır. Taguchi, bu yöntemin daha kolay uygulanabilir ve anlaşılabilir olmasını sağlamak için yeni bir yaklaşım geliştirmiş ve genel anlamda her durum için uygulanabilir şekilde standardize etmiştir (Roy R. , 2001, s. 10).

Geleneksel yöntemde kararlar az kişi tarafından verilmekte ve uygulanmaktadır. Eğer sonuç başarısız olursa, yeni bir karar verilmekte ve tekrar uygulanmaktadır. Taguchi yaklaşımında ise tüm faktörler değerlendirilerek en iyi faktör kombinasyonu seçilerek denenmekte ve böylece hedefe isabet etme ihtimali daha yüksek olmaktadır. Taguchi hedefe yaklaşmak için “ortogonal diziler” ismini verdiği özel tablolar oluşturmuştur. Bu tablolar sayesinde deney tasarımının daha kolay ve tutarlı olmasını sağlamaktadır. Hedefe yakın kombinasyonu elde ettikten sonra bu dağılımı daraltarak hedef çevresinde toplanmasını sağlamak için kontrol edilemeyen faktörlerin dikkate alınması gerekmektedir. Bu amaç için sinyal-gürültü oranı (S/N ratio) tekniği tasarlanmıştır. Üretilen ürünün kaliteli olup olmadığını saptamak için ise “kayıp fonksiyonu” tekniğini kullanmıştır (Roy R. , 1990, s. 9).

4.1 Taguchi Felsefesi ve Temel Prensipleri

Taguchi'nin kalite felsefesinin yedi temel elemanı vardır (Tozkoparan, 2010, s. 20).

1. Bir ürünün kalitesinin boyutu; onun toplumda meydana getirdiği kayıptır.
2. Rekabetin olduğu bir pazarda kalite geliştirme çalışmaları kaçınılmaz bir zorunluluktur.
3. Kalite geliştirme çalışmaları ürünün nominal değerden sapmasını azaltmak amacını hedeflemektedir.
4. Ürünün performansından dolayı tüketicilerin maruz kaldığı kayıp; o ürünün nominal değerden sapma miktarının karesiyle orantılıdır.
5. Bir ürünün kalitesi ve maliyeti, o ürünün tasarım ve mühendislik prosesi tarafından belirlenmektedir.
6. Bir ürünün performansındaki sapmayı azaltmak için, o ürünün performans karakteristikleri üzerinde etkili parametrelerin olumsuz etkilerini azaltmak gerekmektedir.
7. İstatistiksel deney metotları; o ürünlere ait performans değişikliğine etki eden faktörleri ortaya çıkarmak amacı ile kullanılmaktadır.

Taguchi, ürünün yeterli bir kalite düzeyine ulaşmaması durumunda uğradığı zararı kayıp olarak ifade etmektedir. Bu kayıp bezen müşterinin memnuniyetsizliği, bazen yenileme veya tamir maliyetleri, bazen de pazardaki imaj kaybı ve pazar payı kaybı olabilmektedir. Taguchi, yaklaşımına bağlı kalarak, bir ürünün yalnızca spesifikasyonlara uymaması durumunda değil, aynı zamanda bir hedef değerden sapması durumunda da bu kaybın ortaya çıkacağını ifade etmektedir (Çelikkan, 2009, s. 32).

Taguchi'ye göre kalite kayıpları sadece maddi değil aynı zamanda sosyal kayıplardır. Kalitesizliğin hem üreticiye hem de topluma bakan yönü vardır. Kalite geliştirmek için yapılacak bütün çalışmaların bu kayıpları en aza indirmesi şarttır. Bu amacı gerçekleştirmek için Taguchi'nin önerdiği teknikler, değerlendirmeyi sağlayan geleneksel yaklaşımdan çok farklı olarak kaliteyi üretmeyi amaçlamaktadır. Taguchi'ye göre, kalite ürüne göre tasarlanması gereken bir olgudur ve hiçbir kontrol ve analiz kaliteyi geri getiremez (Hamzaçebi & Kutay, 2001, s. 288).

4.2 Taguchi Kayıp Fonksiyonu

Ürünün kalitesinin daha tasarım aşamasında düşünülmesi gereken bir olgu olduğunu kabul ettikten sonra, genelde sorulan soru “Kalite için ne kadar çaba harcanmalıdır?”

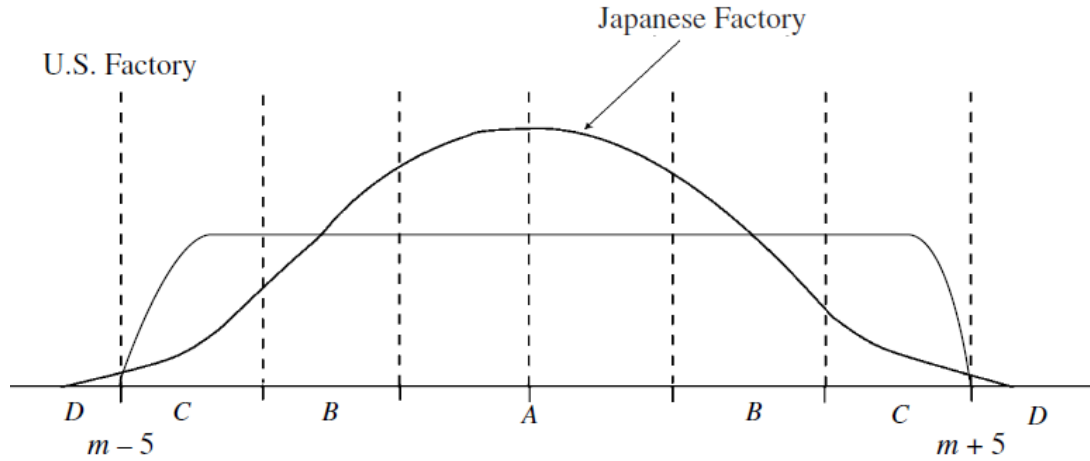
olmaktadır. Bu soruya cevap vermek için Taguchi kalite kayıp fonksiyonu mükemmel bir araçtır (Roy R. , 1990, s. 156).

Kalite kayıp fonksiyonunu üç farklı durum için tanımlamak mümkündür (Taguchi, Chowdhury, & Wu, 2005, s. 180):

1. Nominal en iyi
2. En küçük en iyi
3. En büyük en iyi

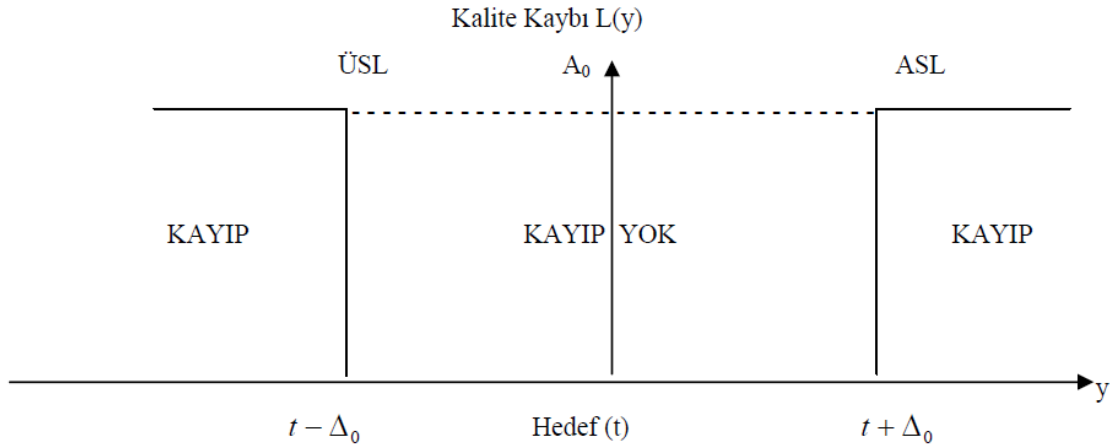
4.2.1 Nominal En İyi

Bu durumda sonlu sayıda ulaşması gereken hedef ve hedef için alt ve üst spesifikasyon limitleri tanımlanmıştır. Durumun daha iyi anlaşılması için bir örnekle açıklamak mümkündür. Şekil 4.1'de 1980'li yıllarda aynı şirkete ait iki farklı fabrikada üretilmiş televizyonlardaki renk yoğunluğunun dağılımı gösterilmektedir. Hata oranları karşılaştırıldığında, Japonya'da üretilen televizyonlarda daha fazla hata çıkmasına rağmen kullanıcılar tarafından daha fazla tercih edildiği görülmektedir. Bu durum geleneksel kalite süreçlerindeki “tanımlanan sınırlar içerisinde tüm ürünler aynı kalitededir” mantığından kaynaklanmaktadır (Taguchi, Chowdhury, & Wu, 2005, s. 180).



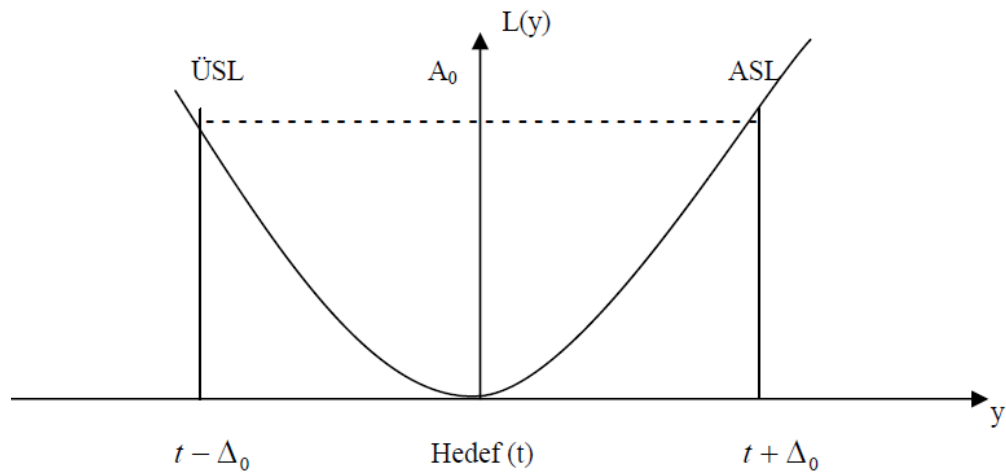
Şekil 4.1 TV Setlerinin Renk Yoğunluğu

Geleneksel kalite kontrol sürecinde, parçaların hedef değerden sapmalarına bakılmadan spesifikasyon sınırları içinde olup olmadıkları incelenmektedir. Parça, sınırların dışında ise kalitesiz ya da defolu sayılmakta, sınırların içinde ise kaliteli kabul edilmektedir. Üretici firmaya göre kayıp ya tamdır ya da sıfırdır. Geleneksel kayıp anlayışı Şekil 4.2'de verilmiştir (Çelikkan, 2009, s. 37).



Şekil 4.2 Geleneksel Kayıp Anlayışı

Taguchi kalite kaybını ikinci dereceden kayıp fonksiyonu ile açıklayarak parasal kayıp fonksiyonel spesifikasyonlarla bir araya getirmiştir. Hedef değerden sapma arttıkça kayıp, sapmanın karesi olarak artış göstermektedir. Bu fonksiyon hedef değer en iyi olarak kabul edildiği durumdur. Taguchi kayıp fonksiyonu Şekil 4.3’de verilmiştir (Çelikkan, 2009, s. 39).



Şekil 4.3 Taguchi Kayıp Fonksiyonu

Taguchi, kayıp fonksiyonunu, hedef kalite karakteristiğinden oluşan sapmayla orantılı olarak değişen miktar olarak tanımlamaktadır. Kayıp fonksiyonuna göre, sıfır sapmada, kalite performansı hedefi tutmuştur ve kayıp sıfırdır. Eğer Y, hedef değerden sapmayı, L(Y) kayıp fonksiyonu temsil ederse bu olgu aşağıdaki gibi ifade edilmektedir (Roy R. , 1990, s. 156):

$$L(Y) = k (Y - Y_0)^2 \quad (4.1)$$

Y: Kalite karakteristiğidir (boyut, performans gibi)

Y₀: Kalite karakteristiği için belirlenen hedef değerdir

k: Bir işletmenin maliyet yapısına bağlı sabit değerdir

Burada $(Y-Y_0)$ ifadesinde, Y kalite karakteristiği değerinin, Y_0 hedef değerinden sapmasını ifade etmektedir. Kayıp fonksiyonu, kalite karakteristiğinde oluşan sapmanın ikinci dereceden fonksiyonudur (Sarı, 2014, s. 75).

4.1 de verilen ifade tek bir ürün için hesaplanan kayıptır. N tane ürün için kayıp fonksiyonunu elde etmek için $(Y-Y_0)^2$ ifadelerinin ortalamasının alınması gerekmektedir. Yani “kareli ortalama sapması” (mean squared deviation – MSD) kullanılması gerekmektedir. O zaman tüm ürünler için kayıp fonksiyonu aşağıdaki gibi ifade edilmektedir (Roy R. , 2001, s. 160):

$$L(Y) = k (\text{MSD}) \quad (4.2)$$

ya da

$$L(Y) = k [(Y_1-Y_0)^2 + (Y_2-Y_0)^2 + (Y_3-Y_0)^2 + \dots + (Y_n-Y_0)^2]/n \quad (4.3)$$

Ürün sayısının fazla olduğu durumlarda tek tek her ürünü değerlendirip kayıp oranlarını bu şekilde hesaplamak kullanışlı değildir. Dolayısıyla tüm ürünleri temsil edebilecek sayıda örnek seçerek tüm küme için kayıp fonksiyonu hesaplanabilmektedir (Taguchi, Chowdhury, & Wu, 2005, s. 184).

$$\text{MSD} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - Y_0)^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 + (\bar{y} - Y_0)^2 = \sigma^2 + (\bar{y} - Y_0)^2 \quad (4.4)$$

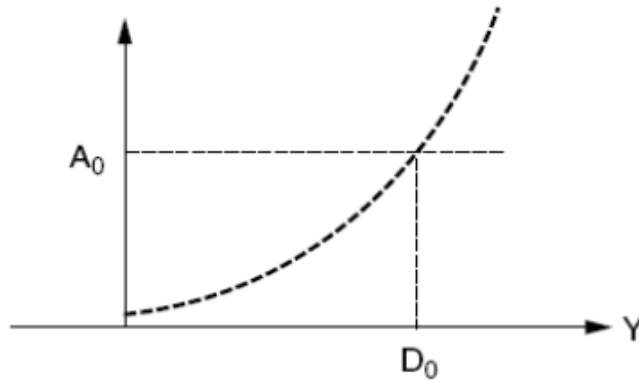
Burada \bar{y} tüm ürünlerin ortalamasını temsil etmektedir. σ^2 ortalamanın etrafındaki değişkenliktir.

4.2.2 En Küçük En İyi

Fonksiyonun “en küçük en iyi” şekli sonucun sıfıra doğru küçülmesinin amaçlandığı durumda kullanılmaktadır. Örneğin hedef, araba motorundan gelen sesin mümkün olduğunca azaltılmasıdır. İstenmeyen durumu ortadan kaldırmak için kullanılmaktadır. Negatif değerler dâhil edilmez. Benzer bir şekilde formüle edilmekte, fakat bu sefer hedef değer formülde yer almamaktadır (Taguchi, Chowdhury, & Wu, 2005, s. 180).

$$L(Y) = k (\text{MSD}) \quad \text{ve} \quad \text{MSD} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i)^2 = \sigma^2 + (\bar{y})^2 \quad (4.5)$$

En Küçük En İyi grafiği Şekil 4.4’de verilmiştir (Baydar, 2010, s. 27) .



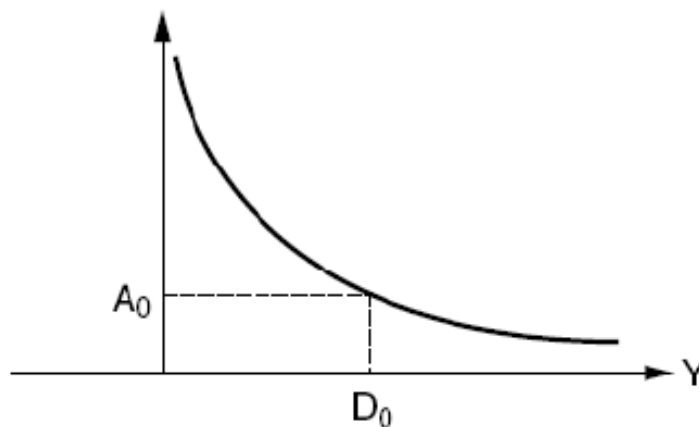
Şekil 4.4 Küçük İyi İçin Kayıp Fonksiyonu

4.2.3 En Büyük En İyi

Fonksiyonun “en büyük en iyi” şekli sonucun sonsuzluğa doğru artırılmasının amaçlandığı durumda kullanılmaktadır. Örneğin hedef, malzemenin dayanıklılığını mümkün olduğunca arttırmaktır. Daha iyi sonuçlar elde edilmesi amaçlanmaktadır. Negatif değerler dâhil edilmez. Yüzde değerleri bu duruma dâhil edilir çünkü ideal değeri %100’dür. Benzer bir şekilde formüle edilmekte, fakat bu sefer hedef sonsuzluk olduğu için aşağıdaki gibi şekil almaktadır (Taguchi, Chowdhury, & Wu, 2005, s. 180).

$$L(Y) = k (\text{MSD}) \quad \text{ve} \quad \text{MSD} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \quad (4.6)$$

En Büyük En İyi grafiği Şekil 4.5’de verilmiştir (Baydar, 2010, s. 27) .



Şekil 4.5 Büyük İyi İçin Kayıp Fonksiyonu

4.3 Taguchi Metodu Kullanarak Yapılmış Çalışmalar

Bu metotla bilimsel alanda yapılmış pek çok çalışma mevcuttur. Burada çalışmaya örnek teşkil edecek literatüre yer verilmiştir.

Hamzaçebi ve Kutay (2001), çalışmalarında, Taguchi Metodunu genel olarak anlatmış ve Taguchi'nin kalite ile maliyet ilişkisine bakış açısının geleneksel yaklaşımdan farklılıklarına değinmiştir.

Pi ve Low (2006), AHP ve Taguchi kayıp fonksiyonunu kullanarak tedarikçileri kriter bazında değerlendirerek karar sürecini yönetmiştir.

Khorramshahgol ve Djavanshir (2008) çalışmalarında Taguchi fonksiyonundaki katsayıları hesaplamak için AHP yöntemini kullanmışlardır. Böylece farklı kriterlerin önem dereceleri dikkate alınarak kayıp oranları hesaplanmıştır.

Kuo ve arkadaşları (2008), çok yanıtli simülasyon problemlerini çözmek için GRA tabanlı Taguchi metodunu kullanmışlar ve simülasyonu optimize etmek için yeni bir yöntem geliştirmişlerdir.

Bachlaus ve arkadaşları (2009), somut ve soyut kavramları bir arada değerlendirerek tedarik zincirinde kaynak yönetimi üzerine çalışmışlardır. Problem çözümü için Taguchi metodunu DNA-metasezgisel modeller ile bir arada kullanmışlar ve başarılı sonuçlar elde etmişlerdir.

Sadeghian ve Karami (2010), çalışmalarında Taguchi kayıp fonksiyonunu nitel faktörleri nicel faktörlere dönüştürmek için kullanmışlardır. Tedarikçileri sıralamak ve karşılaştırmak için AHP ve Taguchi metodunu birleştirerek pratik bir metod geliştirmişlerdir (Sadeghian & Karami, 2010).

Liao (2010) tedarikçi seçimi için Delphi tekniği, AHP ve Taguchi kayıp fonksiyonlarını beraber kullanarak bütünleşik bir çözüm sunmuştur.

Baydar (2010) çalışmasında Taguchi yöntemleri ile tasarlanan deneyler kullanarak, bir uçak simulatöründe pilot hatalarına etki eden çevresel faktörleri incelemeye çalışmıştır.

Chakraborty ve arkadaşları (2012), AHP ve Taguchi metodunu birleştirerek beş tedarikçi arasından en iyi tedarikçiyi belirlemişlerdir.

Olgun ve Özdemir (2013), Önem-Memnuniyet modeli kullanarak iyileştirme yapılacak faktörler belirlemişlerdir. Daha sonra Taguchi yöntemi ile bu faktörlerin ankette yer alıp almamasını sorgulayan ikinci tip bir anket daha yapılarak memnuniyet dereceleri belirlenmiştir. Çalışmanın sonucunda acil iyileştirme yapılacak dört kritik faktör belirlenmiştir.

Tansel ve Yıldırım (2013), MOORA temelli Taguchi metodu uygulamaları ve TOPSIS, VIKOR, GRA gibi yöntemlerle karşılaştırmışlardır.

Sarı (2014), çalışmasında otomotiv sektöründe lastik üretimi yapan bir işletmede ANP ve Taguchi ile ANP ve TOPSIS bütünleşik yöntemleri ile karşılaştırmalı olarak tedarikçi seçimi yapmış, daha sonra oluşturulan modellere sanal tedarikçiler ekleyerek, tedarikçi sayısındaki artışın, kurulan modeller üzerindeki etkisini incelemiştir.

Baynal ve Gencel (2015), endüstriyel bir problemi ele almış ve çok yanıtli problem en iyilemesi yaklaşımı ile çözmeye çalışmışlardır. Taguchi yöntemini, çok yanıtli problemlerin en iyilemesinde kullanarak, endüstriyel bir uygulama bazında yaptığı iyileştirmeleri ve yöntemin etkinliğini ortaya koymuşlardır.

Literatür incelendiğinde BAHP ve Taguchi kayıp fonksiyonun bir arada kullanarak tedarikçi seçimi yapılmış çalışmalara az rastlanmıştır. Bu nedenle kullanım kolaylığının ön planda tutulduğu sektörlerden olan otelcilik sektörü için uygulanması uygun bulunmuştur. Hem kullanıcılar hem de üst yönetim, yöntemin pratikliği sayesinde projeye çok kolay adapte olup ve süreçleri hemen uygulamaya başlayabileceklerdir.

BEŞİNCİ BÖLÜM

UYGULAMA

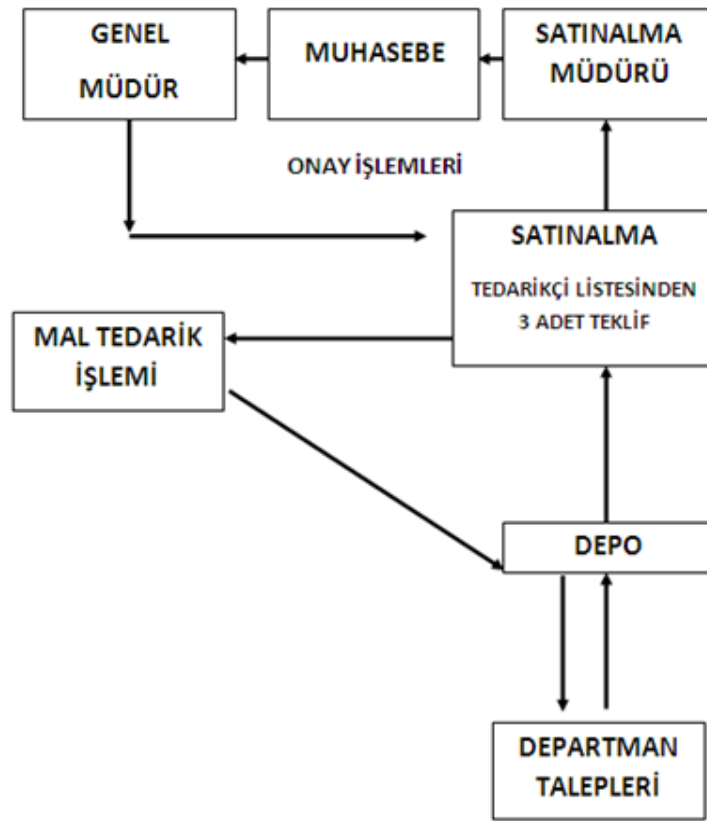
5.1 Tedarikçi Seçim Kararı

Tedarik zinciri uygulamaları 1990'lı yıllarda gelişmiş ve bugüne kadar da yoğun ilgi görmeye devam etmektedir. İşletmeler, direk ve dolaylı kârın efektif tedarik zinciri yönetiminde sağladıklarını fark etmiştir. Tedarikçi seçimi kararı ise, tedarik zinciri içerisindeki ilişkileri doğrudan etkileyen bir karardır. Aynı zamanda doğru yürütülen tedarikçi seçim süreci, tedarikçi firmalarının kurumsal performanslarını arttırmaya yönelik katkı sağlamaktadır (Chang, Chang, & Wu, 2011, s. 1850).

Otel işletmelerinde de uygun tedarikçi kararı, işletmenin hizmet kalitesini doğrudan etkileyen kritik bir olgudur. Hizmet sektöründe rekabetin giderek artması, müşteri isteklerinin çeşitlenmesi sonucunda tedarikçi sayısında da artış olmuştur. Bu nedenle turizm işletmelerinde tedarikçi seçimi önemli bir yere sahiptir (Davras & Karaatlı, 2014, s. 87). Uygun tedarikçiyi seçerken bazı finansal olan ve olmayan, soyut ve somut, nicel ve nitel faktörlerin etkisinin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu açıdan çok kriterli karar verme araçlarından birini kullanmak büyük katkı sağlayacaktır.

Satın alma süreci, otellerde, merkezi ve bölgesel satın alma olmak üzere iki şekilde işlemektedir. Özellikle zincir otel işletmelerinde uygulanan merkezi satın alma sisteminde, satın alma merkezi oluşturulmaktadır. Buradaki merkez satın alma grubunda teknik işler direktörü, satın alma müdürü, satın alma müdür yardımcısı, teknik satın alma şefi, depo şefleri, teslim sorumlusu, depo portörü bulunmaktadır (Davras & Karaatlı, 2014, s. 90). Örnek olarak bir otel işletmesini ele alacak olursak satın alma süreçleri şu şekilde ilerlemektedir:

Tesisteki satın alma talepleri depo tarafından mevcut bilgisayar sistemi üzerinden yapılmaktadır. Departmanlar tanımlanmış malzeme taleplerini elektronik ortamda belirtmektedirler. Depo tarafından depo stok seviyelerine göre talep edilen ürünler satın alma departmanına bildirilmekte ve bir gün sonra değerlendirmeye alınmaktadır. İşletme tabanlı tüm faaliyetlerin satın alınması öncelikle satın alma müdürünün onayı ile ardından muhasebe müdürü ve genel müdür onayları ile yapılmaktadır. Söz konusu süreç aşağıda Şekil 5.1'de şema şeklinde gösterilmiştir.



Şekil 5.1 Satınalma Süreci Akış Planı

Yıllık / sezonluk / periyodik fiyat anlaşması ve liste fiyatı geçerli olan ürünler için eldeki mevcut fiyat tablolarından fiyatlandırma yapılmaktadır. Toplu alım yapılması gereken ürünler için yıllık tüketim miktarı belirlenerek tüketimi fazla ve yıl boyunca fiyat artışı olabilecek olan ürünler tespit edilmekte, tedarikçi araştırmaları yapılmakta ve uygun olanlar için fiyat teklifleri alınarak satın alma komisyonuna sunulmaktadır.

Fiyatı liste fiyatına bağlı olmayan ürünler için en az üç satıcıdan fiyat teklifi alınmaktadır. Ayrıca mevcut bulunabilecek ürünler için internet üzerinden satış yapan firmalardan fiyatlar araştırılıp incelenerek mevcut fiyatların serbest piyasa kıyaslamaları sağlanmaktadır. Ürün kalitesini bozmamak şartı ile belirtilen özellik ve niteliklerde olmak üzere en uygun fiyatlı teklif seçilerek satın alma komisyonuna bildirilmektedir. Amaç, piyasada bulunan ve işletmede kullanılacak ürünlerin en kaliteli, en uygun fiyat normlarına sahip olanlarını işletmeye kazandırmaktır.

Malzemelerin tedarik süreci planlanırken, ne kadar, ne zaman ve kimden tedarik edileceği konusunda, hızlı ve doğru atılacak adımlar için esnek ve kolay uygulanır bir karar destek aracına ihtiyaç duyulmaktadır. Rekabetçi piyasa koşullarına uyum sağlamış bir işletmede böyle bir karar süreci olmazsa olmazların arasındadır. Satın alınacak malzeme ile

ilgili alternatifler içerisinde, beklentilerin tamamını karşılayan ve en uygun olanı tespit oldukça önemlidir.

Turizm işletmelerinde satın alma departmanının yapısını analiz ederek ihtiyaç duyulan standartlara uygun yazılımlar geliştiren bir yazılım sağlayıcısı arayışı sonucunda Getek firmasıyla çalışmalar yürütülmeye başlanmıştır. Getek Firmasının geliştirdiği “Merlon” - Web Tabanlı Kurumsal Yazılım Geliştirme Platformunda yer alan araçlar çalışmanın amacıyla birebir örtüştüğünden uygulamaya büyük katkısı olmuştur. Ayrıca bu platformu kullanan otel işletmeleri, sistem içerisine bir karar destek aracının ilave edilmesinin uygulamaya vazgeçilmez bir nitelik kazandıracağı şeklinde ortak görüşlerini belirtmişlerdir.

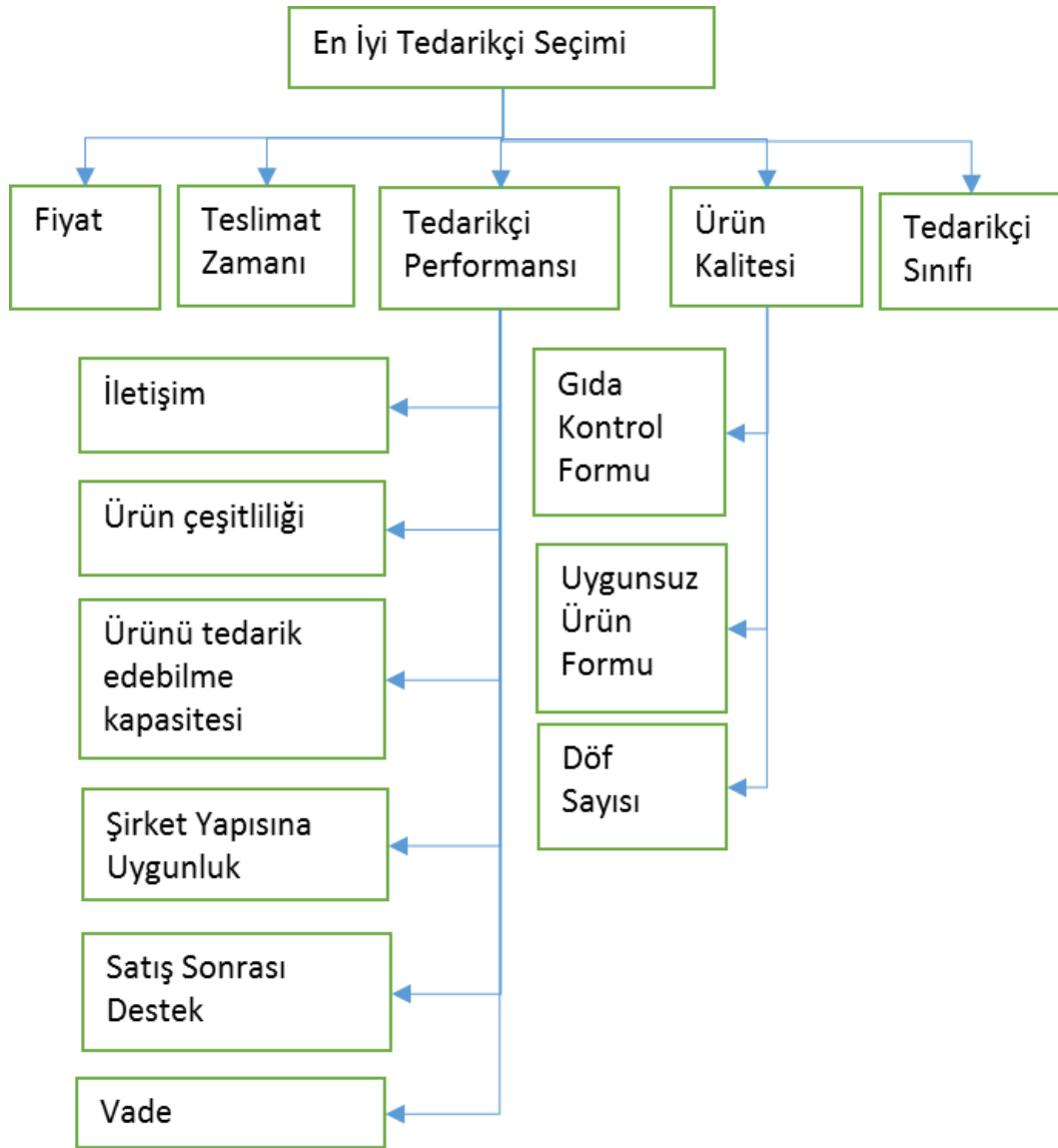
5.2 Tedarikçi Seçiminde Kullanılan Kriterler

Diğer sektörlerde uygulanan tedarikçi seçim problemlerinde olduğu gibi turizm sektöründe de pek çok kriterin dikkate alınması gerekmektedir. Literatürden de görüldüğü gibi yüzlerce kriterin dikkate alınması mümkündür. Turizm sektörü için hızlı ve kolay uygulanabilir yöntemleri seçmek uygulamanın başarısı için en önemli faktörlerden biri olmaktadır. Bu nedenle en az sayıda ve en önemli kriterleri seçmenin uygulamanın başarısını arttıracığı düşünülmektedir.

Doğru kriterleri seçmek oldukça önemlidir, fakat seçilen kriterlerin işletme yapısına uygunluğu ve bu kriterlerin gerektirdiği verilerin minimum çaba sarf ederek sisteme dâhil edilmesi çok daha önemlidir. Bu noktada özellikle nicel kriterler, sistemde hali hazırda kullanılan formlarda yer alan veriler dikkate alınarak seçilmiştir. Uygulamada sektörün özellikleri ön planda tutularak uzmanlarla yapılan görüşmeler, otel işletmelerinde kullanılan prosedürler ve literatürde sık kullanılan kriterlerden yararlanılarak kriterler beş ana başlık altında toplanmıştır. Kriterler Şekil 5.2’de verilmiştir.

5.2.1 Fiyat Ana Kriteri

Literatür incelendiğinde en popüler kriter olup işletmenin maliyetlerini düşürmek için kullandığı en önemli araçtır. Fiyatın genel kurgudaki yeri ve önemi otel işletmesine özel olarak belirlenmesi gereken bir konudur. Her ürün grubu için ayrıca değerlendirilmesi oldukça önemlidir. Örneğin temizlik grubunda fiyat en önemli faktör olabileceken, gıda grubunda kalite kriteri çok daha önemli olmaktadır. Fiyat kriteri nicel bir değişken olduğundan verilen kararlara objektif olma özelliğini kazandırmaktadır.



Şekil 5.2 Problemde Kullanılacak Kriterler

5.2.2 Teslimat Ana Kriteri

Diğer hizmet sektörlerinde olduğu gibi otel işletmelerinde de bekletme veya hizmeti geciktirme yaşandığı zaman müşteri ve para kaybına sebep olmaktadır. Otel işletmelerinin vereceği hizmeti doğru zamanda verebilmesi için malzeme tedarik eden firmaların ürünleri doğru zamanda teslim etmesi gerekmektedir. Sistemde ürün teslim süreleri kayıt altında tutulduğundan, gerçekleşen süre ile hedef süre arasındaki farklar nicel değişken olarak sisteme dâhil edilecektir.

5.2.3 Tedarikçi Performansı Ana Kriteri

Tedarikçi performansı nitel bir değişken olup tek bir değerle ifade edilemediğinden alt kriterler bazında değerlendirilecektir. Tedarikçiler belirli periyodlar içerisinde değerlendirme formları aracılığıyla otel yönetimi tarafından değerlendirilerek sisteme dâhil edilecektir.

Uygulama yapılan otel işletmesinde her üç ay otelin değerlendirme kurulu bu formları doldurmuştur. Bir sonraki üç ay için verilecek tüm kararlarda bu formlardan elde edilen değerler kullanılacaktır.

5.2.4 Ürünün Kalitesi Ana Kriteri

Otel işletmesinin müşteri memnuniyetinin sürekliliği için satın alınan ürünleri kaliteli ve aynı standartlarda sağlaması gerekmektedir. Bunu sağlamak için ürün kalitesinin kişiye göre değişken bir nitelik değil objektif nitelik kazanması gerekmektedir. Bu nedenle ürün kalitesi kalite sisteminde var olan gıda kontrol formları, uygunsuz ürün formu, DÖF sayısı gibi formlarla nicel olarak sisteme dâhil edilmiştir.

5.2.5 Tedarikçi Sınıfı Ana Kriteri

Tedarikçi sınıfı literatürde rastlanmayan fakat otel işletmelerinde yoğunlukla kullanılan bir kriterdir. Belirli periyotlarda otel işletmesi toplantılar yapıp çalıştığı tedarikçilerle çeşitli anlaşmalar yaparak onları kendi aralarında gruplandırmaktadırlar. Uygulama yapılan işletmede bu gruplar “onaylı”, “alternatif” “onaysız”, ”yasak grup” şeklinde ayrılmıştır. Bu gruplandırma otel yönetiminin belirli sebepten dolayı yoğun çalışmak istediği tedarikçilerin şansını arttırmak için yapılmaktadır. Bunun yanında onaylı olmayan tedarikçilere de şans vermek ve sürpriz bir alternatifi kaybetmemek adına teklif alınacak tedarikçileri bu listeye sınırlandırmamaktadır. Böylece bir sene içerisinde iyi performans sergileyen, en iyi fiyatı veren ve zamanında ürünleri teslim eden firma bir sonraki dönemde bu listeye girebilecektir.

5.3 AHP Ve Taguchi Yöntemleri İle Tedarikçi Seçimi Uygulaması

5.3.1 AHP ile Ana Kriterlerin Ağırlıklandırılması

Probleme öncelikle ana kriterlerin karşılaştırmaları ile başlanarak hiyerarşinin alt düzeylerine inilmiştir. Kriterlerin karşılaştırılması için Şekil 5.3’de verilen form, değerlendirme komisyonu tarafından toplantı ortamında ortak kararla doldurulmuştur. Yazılım içerisinde her ürün grubu için ayrı şablon oluşturularak ayrı ayrı doldurulması mümkün olmakta, çalışma kapsamında sadece gıda grubu için uygulanan değerler raporlanacaktır.

1.Satınalma süreçlerinizi etkileyecek ana kriterleri önem derecesini göz önünde bulundurarak işaretleyiniz.

	Kesin Önemli	Çok Fazla Önemli	Çok Daha Önemli	Daha Önemli	Eşit Önemli	Daha Önemli	Çok Daha Önemli	Çok Fazla Önemli	Kesin Önemli	
Fiyat				X						Teslimat Zamanı
Fiyat		X								Tedarikçi Performansı
Fiyat					X					Ürün Kalitesi
Fiyat						X				Tedarikçi Sınıfı
Teslimat Zamanı			X							Tedarikçi Performansı
Teslimat Zamanı									X	Ürün Kalitesi
Teslimat Zamanı				X						Tedarikçi Sınıfı
Tedarikçi Performansı								X		Ürün Kalitesi
Tedarikçi Performansı						X				Tedarikçi Sınıfı
Ürün Kalitesi			X							Tedarikçi Sınıfı

Şekil 5.3 Gıda Grubu İçin Ana Kriterlerin İkili Karşılaştırılması

Bu çizelge aynı yapıyla yazılım içerisinde html aracı ile oluşturulup formun elektronik ortamda doldurulması sağlanmıştır. Yazılımın içerisindeki ekran görüntüsü Şekil 5.4’de verilmiştir.

The screenshot shows a web-based form titled 'Tedarikçi Değerlendirme Şablon'. It contains a table for comparing criteria. The criteria are: Fiyat, Teslimat Zamanı, Tedarikçi Esnekliği, Ürün Kalitesi, and Tedarikçi Sınıfı. The table has columns for importance levels: Kesin Önemli, Çok Fazla Önemli, Çok Daha Önemli, Daha Önemli, Eşit Önemli, Daha Önemli, Çok Daha Önemli, Çok Fazla Önemli, and Kesin Önemli. The table shows the following importance levels for each criterion:

Kriter	Kesin Önemli	Çok Fazla Önemli	Çok Daha Önemli	Daha Önemli	Eşit Önemli	Daha Önemli	Çok Daha Önemli	Çok Fazla Önemli	Kesin Önemli
Fiyat				X					
Teslimat Zamanı			X						
Tedarikçi Esnekliği						X			
Ürün Kalitesi		X							
Tedarikçi Sınıfı								X	

Şekil 5.4 Ana Kriter Formunun Ekran Görüntüsü

Kullanıcı dostu ara yüzünde girilen değerler Tablo 5.1’de verilen matris şeklinde veri tabanına kaydedilmiştir. Veri tabanına kaydedilen matrisler tek bir tabloda tutulabilecek şekilde tasarlanmıştır.

Tablo 5.1 Ana Kriterler İçin Karşılaştırma Matrisi

	Fiyat	Teslim Zamanı	Tedarikçi Performansı	Ürün Kalitesi	Tedarikçi Sınıfı
Fiyat	(1,1,1)	(2/3,1,3/2)	(5/2,3,7/2)	(1,1,1)	(2/3,1,3/2)
Teslim Zamanı	(2/3,1,3/2)	(1,1,1)	(3/2,2,5/2)	(2/9,1/4,2/7)	(2/3,1,3/2)
Tedarikçi Performansı	(2/7,1/3,2/5)	(2/5,1/2,2/3)	(1,1,1)	(2/7,1/3,2/5)	(2/3,1,3/2)
Ürün Kalitesi	(1,1,1)	(7/2,4,9/2)	(5/2,3,7/2)	(1,1,1)	(3/2,2,5/2)
Tedarikçi Sınıfı	(2/3,1,3/2)	(2/3,1,3/2)	(2/3,1,3/2)	(2/5,1/2,2/3)	(1,1,1)

Tablo 5.1’e göre elde edilen yapay değerler:

$$S_{\text{Fiyat}} = (5.83, 7.00, 8.50) \times (0.03, 0.03, 0.04) = (0.15, 0.23, 0.33)$$

$$S_{\text{T.Zamanı}} = (4.06, 5.25, 6.79) \times (0.03, 0.03, 0.04) = (0.11, 0.17, 0.27)$$

$$S_{\text{T.Performansı}} = (2.64, 3.17, 3.97) \times (0.03, 0.03, 0.04) = (0.07, 0.10, 0.16)$$

$$S_{\text{Ürün Kalitesi}} = (9.50, 11.00, 12.50) \times (0.03, 0.03, 0.04) = (0.25, 0.36, 0.49)$$

$$S_{\text{T.Sınıfı}} = (3.40, 4.50, 6.17) \times (0.03, 0.03, 0.04) = (0.09, 0.15, 0.24)$$

Elde edilen bu vektörler denklem (3.11) kullanılarak kareli ortalama yöntemiyle sıralamaya göre,

$$K(S_{\text{Fiyat}}) = \sqrt{\frac{(0.15)^2 + (0.23)^2 + (0.33)^2}{3}} = 0.25$$

$$K(S_{\text{T.Zamanı}}) = \sqrt{\frac{(0.11)^2 + (0.17)^2 + (0.27)^2}{3}} = 0.19$$

$$K(S_{T.Performansı}) = \sqrt{\frac{(0.07)^2 + (0.10)^2 + (0.16)^2}{3}} = 0.11$$

$$K(S_{\text{Ürün Kalitesi}}) = \sqrt{\frac{(0.25)^2 + (0.36)^2 + (0.49)^2}{3}} = 0.38$$

$$K(S_{T.Sınıfı}) = \sqrt{\frac{(0.09)^2 + (0.15)^2 + (0.24)^2}{3}} = 0.17$$

değerleri elde edilir. Elde edilen bu değerlere göre ağırlık vektörü

$W' = (0.25, 0.19, 0.11, 0.38, 0.17)$ T olarak bulunur. Bu vektör normalize edildiğinde ise

kriterlerin ağırlıkları, $W = (0.25, 0.17, 0.10, 0.34, 0.15)$ T olmaktadır.

Bulunan değerlerin veri tabanına kaydedilmeden önce tutarlı olup olmadığını kontrol etmek gerekmektedir. Bu işlem için ikili karşılaştırma matrisini oluşturan bulanık sayılara (3.12) denklemine göre durulaştırma işlemi yapılması gerekmektedir. Durulaştırılmış sayılar aşağıdaki matriste verilmiştir:

$$\begin{bmatrix} 1,00 & 1,03 & 3,00 & 1,00 & 1,03 \\ 1,03 & 1,00 & 2,00 & 0,25 & 1,03 \\ 0,34 & 0,51 & 1,00 & 0,34 & 1,03 \\ 1,00 & 4,00 & 3,00 & 1,00 & 2,00 \\ 1,03 & 1,03 & 1,03 & 0,51 & 1,00 \end{bmatrix}$$

Elde edilen bu matris ile ağırlık vektörü çarpılarak aşağıdaki gibi bir vektör elde edilmektedir.

$$\begin{bmatrix} 1,00 & 1,03 & 3,00 & 1,00 & 1,03 \\ 1,03 & 1,00 & 2,00 & 0,25 & 1,03 \\ 0,34 & 0,51 & 1,00 & 0,34 & 1,03 \\ 1,00 & 4,00 & 3,00 & 1,00 & 2,00 \\ 1,03 & 1,03 & 1,03 & 0,51 & 1,00 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,23 \\ 0,17 \\ 0,10 \\ 0,34 \\ 0,15 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1,22 \\ 0,86 \\ 0,54 \\ 1,88 \\ 0,85 \end{bmatrix}$$

Elde edilen vektör ağırlık vektörünün elemanlarına bölündükten sonra elde edilen değerlerin aritmetik ortalaması alınırsa aşağıdaki sonuç bulunur.

$$\lambda_{\max} = \left(\frac{1.22}{0.23} + \frac{0.86}{0.17} + \frac{0.54}{0.10} + \frac{1.88}{0.34} + \frac{0.85}{0.15} \right) / 5 = 5.35$$

n matris boyutunu göstermek üzere, tutarlılık indeksi (2.1) formülü kullanarak hesaplandığında $CI = (5.35 - 5)/(5 - 1) = 0.077$ değeri bulunur. Bu değer Tablo 2.2’de verilen ilgili tesadüfiliği gösteren değere bölünmesiyle tutarlılık oranı $T.O = 0.077/1.12 = 0.069$ olarak bulunur. Tutarlılık oranının %10’dan daha küçük olması durumunda formu kaydeden kullanıcıya “Girilen değerler tutarlıdır” verilmekte ve değerler veri tabanına kaydedilmektedir.

Buna göre, ana kriterlerin karşılaştırma sonuçlarına göre, önem dereceleri yüzde olarak ifade edilirse; bu işletme için Fiyat %25, Teslim zamanı %17, Tedarikçi Performansı %10, Ürün Kalitesi %34 ve Tedarikçi Sınıfı %15 öneme sahiptir.

5.3.2 AHP ile Alt Kriterlerin Ağırlıklandırılması

5.3.2.1 Tedarikçi Performansı Kriterinin Alt Kriterlerinin Ağırlıklandırılması

Tedarikçi Performansı Alt kriterlerinin karşılaştırılması için Şekil 5.5’de verilen form değerlendirme komisyon tarafından toplantı ortamında ortak kararla doldurulmuştur.

2. Tedarikçi Performansı alt kriterlerinin önem derecesini göz önünde bulundurarak işaretleyiniz.

	Kesin Önemli	Çok Fazla Önemli	Çok Daha Önemli	Daha Önemli	Eşit Önemli	Daha Önemli	Çok Daha Önemli	Çok Fazla Önemli	Kesin Önemli	
İletişim				X						Ürün Çeşitliliği
İletişim			X							Tedarik kapasitesi
İletişim						X				Şirket Yapısına Uygunluk
İletişim							X			Satış Sonrası Destek
İletişim									X	Vade
Ürün Çeşitliliği				X						Tedarik kapasitesi
Ürün Çeşitliliği								X		Şirket Yapısına Uygunluk
Ürün Çeşitliliği									X	Satış Sonrası Destek
Ürün Çeşitliliği						X				Vade
Tedarik kapasitesi							X			Şirket Yapısına Uygunluk
Tedarik kapasitesi									X	Satış Sonrası Destek
Tedarik kapasitesi						X				Vade
Şirket Yapısına Uygunluk							X			Satış Sonrası Destek
Şirket Yapısına Uygunluk					X					Vade
Satış Sonrası Destek			X							Vade

Şekil 5.5 Tedarikçi Performansı Alt Kriterlerinin İkili Karşılaştırılması

Şekil 5.5’de verilen matris şeklinde veri tabanına kaydedilmiştir. Veri tabanına kaydedilen matrisler tek bir tabloda tutulabilecek şekilde tasarlanmıştır.

Tablo 5.2 Tedarikçi Performansı Alt Kriterlerinin Karşılaştırma Matrisi(1)

	İletişim	Ürün Çeşitliliği	Tedarik kapasitesi	Şirket Yapısına Uygunluk	Satış Sonrası Destek	Vade
İletişim	(1,1,1)	(2/3,1,3/2)	(3/2,2,5/2)	(2/3,1,3/2)	(2/5,1/2,2/3)	(2/9,1/4,2/7)
Ürün Çeşitliliği	(2/3,1,3/2)	(1,1,1)	(1,1,1)	(2/7,1/3,2/5)	(2/9,1/4,2/7)	(2/3,1,3/2)
Tedarik kapasitesi	(2/5,1/2,2/3)	(2/3,1,3/2)	(1,1,1)	(2/5,1/2,2/3)	(2/9,1/4,2/7)	(2/3,1,3/2)
Şirket Yapısına Uygunluk	(2/3,1,3/2)	(5/2,3,7/2)	(3/2,2,5/2)	(1,1,1)	(2/5,1/2,2/3)	(1,1,1)
Satış Sonrası Destek	(3/2,2,5/2)	(7/2,4,9/2)	(7/2,4,9/2)	(3/2,2,5/2)	(1,1,1)	(3/2,2,5/2)
Vade	(7/2,4,9/2)	(2/3,1,3/2)	(1,1,1)	(1,1,1)	(2/5,1/2,2/3)	(1,1,1)

Tablo 5.2’ye göre elde edilen yapay değerler:

$$S_{\text{İletişim}} = (4.46, 5.75, 7.45) \times (0.02, 0.02, 0.03) = (0.08, 0.12, 0.20)$$

$$S_{\text{Ürün Çeşitliliği}} = (3.51, 4.58, 6.19) \times (0.02, 0.02, 0.03) = (0.06, 0.10, 0.16)$$

$$S_{\text{T.Kapasitesi}} = (5.36, 4.25, 5.62) \times (0.02, 0.02, 0.03) = (0.06, 0.09, 0.15)$$

$$S_{\text{Ş.Y.U}} = (7.07, 8.50, 10.17) \times (0.02, 0.02, 0.03) = (0.12, 0.18, 0.27)$$

$$S_{\text{S.S.D}} = (12.50, 15.00, 17.50) \times (0.02, 0.02, 0.03) = (0.22, 0.32, 0.46)$$

$$S_{\text{Vade}} = (7.23, 8.50, 10.17) \times (0.02, 0.02, 0.03) = (0.13, 0.18, 0.27)$$

Elde edilen bu vektörler denklem (3.11) kullanılarak kareli ortalama yöntemiyle sıralamaya göre,

$$K(S_{\text{İletişim}}) = \sqrt{\frac{(0.08)^2 + (0.12)^2 + (0.20)^2}{3}} = 0.14$$

$$K(S_{\text{Ü.Çeşitliliği}}) = \sqrt{\frac{(0.06)^2 + (0.10)^2 + (0.16)^2}{3}} = 0.12$$

$$K(S_{\text{T.Kapasitesi}}) = \sqrt{\frac{(0.06)^2 + (0.09)^2 + (0.15)^2}{3}} = 0.11$$

$$K(S_{\text{S.Y.U}}) = \sqrt{\frac{(0.12)^2 + (0.18)^2 + (0.27)^2}{3}} = 0.20$$

$$K(S_{\text{S.S.D}}) = \sqrt{\frac{(0.22)^2 + (0.32)^2 + (0.46)^2}{3}} = 0.35$$

$$K(S_{\text{Vade}}) = \sqrt{\frac{(0.13)^2 + (0.18)^2 + (0.27)^2}{3}} = 0.20$$

değerleri elde edilmektedir. Elde edilen bu değerlere göre ağırlık vektörü $W' = (0.14, 0.12, 0.11, 0.20, 0.35, 0.20)$ T olarak bulunur. Bu vektör normalize edildiğinde ise kriterlerin ağırlıkları, $W = (0.13, 0.10, 0.10, 0.18, 0.31, 0.18)$ T olmaktadır.

Bulunan değerlerin veri tabanına kaydedilmeden önce tutarlı olup olmadığını kontrol etmek gerekmektedir. Bu işlem için ikili karşılaştırma matrisini oluşturan bulanık sayılara (3.12) denklemine göre durulamaştırma işlemi yapılması gerekmektedir. Durulamaştırılmış sayılardan elde edilen matris ile ağırlık vektörü çarpılarak aşağıdaki gibi bir vektör elde edilir.

$$\begin{bmatrix} 1,00 & 1,03 & 2,00 & 1,03 & 0,51 & 1,58 \\ 1,03 & 1,00 & 1,03 & 0,34 & 0,25 & 0,78 \\ 0,51 & 1,03 & 1,00 & 0,51 & 0,25 & 1,08 \\ 1,03 & 3,00 & 2,00 & 1,00 & 0,51 & 1,92 \\ 2,00 & 4,00 & 4,00 & 2,00 & 1,00 & 3,75 \\ 4,00 & 1,03 & 1,03 & 1,00 & 0,51 & 0,86 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,13 \\ 0,10 \\ 0,10 \\ 0,18 \\ 0,31 \\ 0,18 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1,06 \\ 0,61 \\ 0,63 \\ 1,32 \\ 2,40 \\ 1,21 \end{bmatrix}$$

Elde edilen vektör ağırlık vektörünün elemanlarına bölünüp elde edilen değerlerin aritmetik ortalaması alınırsa aşağıdaki sonuç bulunur.

$$\lambda_{\max} = \left(\frac{1.06}{0.13} + \frac{0.61}{0.10} + \frac{0.63}{0.10} + \frac{1.32}{0.18} + \frac{2.40}{0.31} + \frac{1.21}{0.18} \right) / 6 = 7.09$$

n matris boyutunu göstermek üzere, tutarlılık indeksi (2.1) formülü kullanılarak hesaplandığında $CI = (7.09 - 6)/(6 - 1) = 0.218$ değeri bulunmaktadır. Bu değer Tablo 3.2’de verilen ilgili tesadüfiliği gösteren değere bölünmesiyle tutarlılık oranı $T.O = 0.218/1.24 = 0.18$ olarak bulunmaktadır. Tutarlılık oranı %10’dan daha büyük olduğu için formu kaydeden kullanıcıya “Girilen değerler tutarsızdır” verilmekte ve kullanıcıdan değerleri gözden geçirmesi istenmektedir. Toplantı ortamında verilen değerler tekrar gözden geçirilip bir elektronik form üzerinde düzeltme yapılmıştır. Düzenlenmiş matris ve değişiklik yapılan değerler Tablo 5.3’de koyu renk ile vurgulanmıştır.

Tablo 5.3 Tedarikçi Performansı Alt Kriterlerinin Karşılaştırma Matrisi(2)

	İletişim	Ürün Çeşitliliği	Tedarik kapasitesi	Şirket Yapısına Uygunluk	Satış Sonrası Destek	Vade
İletişim	(1,1,1)	(2/3,1,3/2)	(3/2,2,5/2)	(2/3,1,3/2)	(2/5,1/2,2/3)	(2/3,1,3/2)
Ürün Çeşitliliği	(2/3,1,3/2)	(1,1,1)	(1,1,1)	(2/7,1/3,2/5)	(2/9,1/4,2/7)	(2/3,1,3/2)
Tedarik kapasitesi	(2/5,1/2,2/3)	(2/3,1,3/2)	(1,1,1)	(2/5,1/2,2/3)	(2/9,1/4,2/7)	(2/3,1,3/2)
Şirket Yapısına Uygunluk	(2/3,1,3/2)	(5/2,3,7/2)	(3/2,2,5/2)	(1,1,1)	(2/5,1/2,2/3)	(1,1,1)
Satış Sonrası Destek	(3/2,2,5/2)	(7/2,4,9/2)	(7/2,4,9/2)	(3/2,2,5/2)	(1,1,1)	(3/2,2,5/2)
Vade	(2/3,1,3/2)	(2/3,1,3/2)	(1,1,1)	(1,1,1)	(2/5,1/2,2/3)	(1,1,1)

Bu tabloya göre yapay değerler ve ağırlık vektörü tekrar hesaplanıp normalize edildiğinde ise kriterlerin ağırlıkları, $W = (0.17, 0.12, 0.11, 0.21, 0.37, 0.14)$ T olur.

Durulaştırılmış sayılardan elde edilen matris ile ağırlık vektörü çarpılarak aşağıdaki gibi bir vektör elde edilir:

$$\begin{bmatrix} 1,00 & 1,03 & 2,00 & 1,03 & 0,51 & 1,58 \\ 1,03 & 1,00 & 1,03 & 0,34 & 0,25 & 0,78 \\ 0,51 & 1,03 & 1,00 & 0,51 & 0,25 & 1,08 \\ 1,03 & 3,00 & 2,00 & 1,00 & 0,51 & 1,92 \\ 2,00 & 4,00 & 4,00 & 2,00 & 1,00 & 3,75 \\ 1,03 & 1,03 & 1,03 & 1,00 & 0,51 & 0,86 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,15 \\ 0,11 \\ 0,10 \\ 0,19 \\ 0,33 \\ 0,13 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1,02 \\ 0,61 \\ 0,60 \\ 1,28 \\ 2,31 \\ 0,83 \end{bmatrix}$$

Elde edilen vektör ağırlık vektörünün elemanlarına bölünüp elde edilen değerlerin aritmetik ortalaması alınırsa aşağıdaki sonuç bulunur.

$$\lambda_{\max} = \left(\frac{1,02}{0,15} + \frac{0,61}{0,11} + \frac{0,60}{0,10} + \frac{1,28}{0,19} + \frac{2,31}{0,33} + \frac{0,83}{0,13} \right) / 6 = 6,484$$

n matris boyutunu göstermek üzere, tutarlılık indeksi (3.1) formülü kullanılarak hesaplandığında $CI = (6,484 - 6) / (6 - 1) = 0,097$ değeri bulunmaktadır. Bu değer Tablo 2.2’de verilen ilgili tesadüfiliği gösteren değere bölünmesiyle tutarlılık oranı $T.O = 0,097 / 1,24 = 0,078$ olarak bulunur. Tutarlılık oranı %10’dan daha küçük olduğu için formu kaydeden kullanıcıya “Girilen değerler tutarlıdır” mesajı verilir ve değerler veri tabanına kaydedilmiştir.

Buna göre, Tedarikçi Performansı alt kriterlerden çıkan sonuç, kriterlerin önem dereceleri yüzde olarak ifade edilirse; bu işletme için İletişim %15, Ürün Çeşitliliği %11, Tedarikçi Kapasitesi %10, Şirket Yapısına Uygunluk %19, Satış Sonrası Destek %33 ve Vade %13 öneme sahiptir.

Ana kriterlerde Tedarikçi Performansı %10 öneme sahip olduğu için alt kriterlerin bu yüzdelik dilime göre tekrar hesaplanması Taguchi Kayıp fonksiyonunun uygulanması aşamasında kolaylık sağlayacaktır. Buna göre değerler tekrar hesaplandığında, alt kriterlerin önem dereceleri bu işletme için İletişim %2, Ürün Çeşitliliği %1, Tedarikçi Kapasitesi %1, Şirket Yapısına Uygunluk %2, Satış Sonrası Destek %3 ve Vade %1 öneme sahiptir.

5.3.2.2 Ürün Kalitesi Kriterinin Alt Kriterlerinin Ağırlıklandırılması

Ürün Kalitesi alt kriterlerinin karşılaştırılması için Şekil 5.6’da verilen form değerlendirme komisyon tarafından toplantı ortamında ortak kararlarla doldurulmuştur.

3. Ürün kalitesinin alt kriterlerinin önem derecesini göz önünde bulundurarak işaretleyiniz.

	Kesin Önemli	Çok Fazla Önemli	Çok Daha Önemli	Daha Önemli	Eşit Önemli	Daha Önemli	Çok Daha Önemli	Çok Fazla Önemli	Kesin Önemli	
Gıda Kontrol Formu							X			Uygunsuz Ürün Formu
Gıda Kontrol Formu								X		Döf Sayısı
Uygunsuz Ürün Formu							X			Döf Sayısı

Şekil 5.6 Ürün Kalitesi Alt Kriterlerinin İkili Karşılaştırılması

Şekil 5.6’de verilen matris Tablo 5.4’de verilen şekilde veri tabanına kaydedilmiştir.

Tablo 5.4 Ürün Kalitesi Alt Kriterlerinin Karşılaştırma Matrisi

	Gıda Kontrol Formu	Uygunsuz Ürün Formu	Döf Sayısı
Gıda Kontrol Formu	(1,1,1)	(2/5,1/2,2/3)	(2/7,1/3,2/5)
Uygunsuz Ürün Formu	(3/2,2,5/2)	(1,1,1)	(2/5,1/2,2/3)
Döf Sayısı	(5/2,3,7/2)	(3/2,2,5/2)	(1,1,1)

Tablo 5.4’e göre elde edilen yapay değerler:

$$S_{G.K.F} = (1.69, 1.83, 2.07) \times (0.08, 0.09, 0.10) = (0.13, 0.16, 0.22)$$

$$S_{U.Ü.F} = (2.90, 3.50, 4.17) \times (0.08, 0.09, 0.10) = (0.22, 0.31, 0.43)$$

$$S_{DÖF} = (5.00, 6.00, 7.00) \times (0.08, 0.09, 0.10) = (0.38, 0.53, 0.73)$$

Elde edilen bu vektörlerin denklem (3.11) kullanılarak kareli ortalama yöntemiyle sıralamasına göre,

$$K(S_{G.K.F}) = \sqrt{\frac{(0.13)^2 + (0.16)^2 + (0.22)^2}{3}} = 0.17$$

$$K(S_{U.Ü.F}) = \sqrt{\frac{(0.22)^2 + (0.31)^2 + (0.43)^2}{3}} = 0.33$$

$$K(S_{DÖF}) = \sqrt{\frac{(0.38)^2 + (0.53)^2 + (0.73)^2}{3}} = 0.56$$

değerleri elde edilir. Elde edilen bu değerlere göre ağırlık vektörü $W' = (0.17, 0.33, 0.56)T$ olarak bulunur. Bu vektör normalize edildiğinde ise kriterlerin ağırlıkları, $W = (0.16, 0.31, 0.53)T$ olmaktadır.

Bulunan değerlerin veri tabanına kaydedilmeden önce tutarlı olup olmadığını kontrol etmek gerekir. Bu işlem için ikili karşılaştırma matrisini oluşturan bulanık sayılara (4.12) denklemine göre durulama işlemi yapılması gerekmektedir. Durulaştırılmış sayılardan elde edilen matris ile ağırlık vektörü çarpılarak aşağıdaki gibi bir vektör elde edilir.

$$\begin{bmatrix} 1,00 & 0,51 & 0,34 \\ 2,00 & 1,00 & 0,51 \\ 3,00 & 2,00 & 1,00 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,16 \\ 0,31 \\ 0,53 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,50 \\ 0,90 \\ 1,63 \end{bmatrix}$$

Elde edilen vektör ağırlık vektörünün elemanlarına bölünüp elde edilen değerlerin aritmetik ortalaması alınır aşağıdaki sonuç bulunur.

$$\lambda_{\max} = \left(\frac{0.50}{0.16} + \frac{0.90}{0.31} + \frac{1.63}{0.53} \right) / 3 = 3.03$$

n matris boyutunu göstermek üzere, tutarlılık indeksi (3.1) formülü kullanılarak hesaplandığında $CI = (3.03 - 3)/(3 - 1) = 0.01$ değeri bulunur. Bu değer Tablo 2.2’de verilen ilgili tesadüfiliği gösteren değere bölünmesiyle tutarlılık oranı $T.O = 0.01/0.58 = 0.025$ olarak bulunmuştur. Tutarlılık oranı %10’dan daha küçük olduğu için formu kaydeden kullanıcıya “Girilen değerler tutarlıdır” mesajından sonra değerler, veri tabanına kaydedilmiştir.

Buna göre, Ürün kalitesi alt kriterlerden çıkan sonuç, kriterlerin önem dereceleri yüzde olarak ifade edilirse; bu işletme için Gıda Kontrol Formları %16, Uygunsuz Ürün Formu %31 ve DÖF sayısı %53 öneme sahiptir.

Ana kriterlerde Ürün Kalitesi %34 öneme sahip olduğu için alt kriterlerin bu yüzdelik dilime göre tekrar hesaplanması Taguchi Kayıp fonksiyonunun uygulanması aşamasında kolaylık sağlayacaktır. Buna göre değerler tekrar hesaplandığında, alt kriterlerin önem dereceleri bu işletme için Gıda Kontrol Formları %6, Uygunsuz Ürün Formu %11 ve DÖF

sayısı %18 öneme sahiptir.AHP ile elde edilen tüm kriterlerin ağırlıkları Tablo 5.5’de verilmiştir.

Tablo 5.5 Kriterler ve Hesaplanan Ağırlıklar

Kriterler		Ağırlıklar	
Fiyat		0,2252	
Teslim Zamanı		0,1741	
Tedarikçi Sınıfı		0,1547	
Tedarikçi Performansı	İletişim	0,0158	0,1038
	Ürün Çeşitliliği	0,0112	
	Tedarik kapasitesi	0,0103	
	Şirket Yapısına Uygunluk	0,0195	
	Satış Sonrası Destek	0,0338	
	Vade	0,0132	
Ürün Kalitesi	Gıda Kontrol Formu	0,0551	0,3422
	Uygunsuz Ürün Formu	0,1065	
	Döf Sayısı	0,1807	
Toplam		1,0000	

5.3.3 TAGUCHİ Yöntemi ile En İyi Tedarikçinin Seçimi

Daha önceki bölümlerde açıklandığı gibi, Taguchi kalite kaybını ikinci dereceden kayıp fonksiyonu ile açıklayarak parasal kayıp fonksiyonel spesifikasyonlarla bir araya getirmiştir. Hedef değerden sapma arttıkça kayıp, sapmanın karesi olarak artış göstermektedir. Bu nedenle belirlenen kriterler için spesifikasyon limitlerinin tanımlanması gerekmektedir. Taguchi kayıp fonksiyonunun en önemli özelliği nicel ve nitel değerleri tek ölçek üzerinden ifade zorunluluğu olmamasıdır. Belirlenen spesifikasyon limitleri Tablo 5.6’da verilmiştir.

Tablo 5.6 Kriterler İçin Spesifikasyon Limitleri

Kriterler		Hedef Değer	Değer Aralığı	Üst Limit	Y	L(Y)	$K=L(Y)/Y^2$
Fiyat		Min.	%0-%30	%30	0,3	100	1111,11
Teslim Zamanı		Min.	%0-%20	%20	0,2	100	2500,00
Tedarikçi Sınıfı		Min.	0-2	2	2	100	25,00
Ürün Kalitesi	Gıda Kontrol Formu	Min.	%0-%10	%10	0,05	100	40000,00
	Uygunsuz Ürün Formu	Min.	%0-%5	%5	0,10	100	10000,00
	Döf Sayısı	Min.	%0-%10	%10	0,10	100	10000,00
Tedarikçi Performansı	İletişim	Min.	%0-%40	%40	0,40	100	625,00
	Ürün Çeşitliliği	Min.	%0-%40	%40	0,40	100	625,00
	Tedarik kapasitesi	Min.	%0-%40	%40	0,40	100	625,00
	Şirket Yapısına Uygunluk	Min.	%0-%40	%40	0,40	100	625,00
	Satış Sonrası Destek	Min.	%0-%40	%40	0,40	100	625,00
	Vade	Min.	%0-%40	%40	0,40	100	625,00

Buradaki spesifikasyon limitleri en küçük en iyi prensibine göre otelin satınalma ekibinin tecrübelerinden faydalanılarak belirlenmiştir. Kayıp fonksiyonuna göre, sıfır sapmada, kalite performansı hedefi vurmuştur ve kayıp sıfırdır. Eğer Y, hedef değerden sapmayı, L(Y) kayıp fonksiyonu temsil ederse (5.1) formüle göre $k = L(Y) / (Y - Y_0)^2$ olur. Burada k'nın, bir işletmenin maliyet yapısına bağlı sabit değer olduğu bir önceki bölümde açıklanmıştır. Tablodaki k değerleri bu formüle göre hesaplanmıştır. K değerleri veri tabanında bir kere elde edilir ve işletmenin prosedürlerinde herhangi bir değişiklik olmaz ise bu değerler kullanılmaya devam edilir.

Fiyat kriteri için en düşük fiyat %100 olarak kabul edilir, daha yüksek fiyat veren tedarikçiler için en düşük fiyat baz alınarak yüzde hesaplanır. Hesaplanan fiyat %110 olarak çıkarsa, bu tedarikçi seçildiği takdirde fiyat yönünden %10 kayıp yaşanacak demektir. Bu işletmede fiyat yönünden %30 dan fazla kayıp istenmediği için limit %30 olarak belirlenmiştir. Diğer tekliflere göre %30 fazla fiyat veren tedarikçi sıralamaya dahil edilmeyecektir.

Teslim zamanı kriteri için gecikmenin en az olması istendiği için minimum gecikme hedeflenmektedir. Burada tedarikçinin işletmeyle çalışma sıklığı da önemli olduğu için gecikme sayısı yerine gecikme yaşanan sipariş yüzdesi üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Yani belirlenen periyod içerisindeki gecikmeli olarak teslim edilen sipariş sayısının toplam sipariş sayısına oranlanmasıyla bu gecikme yüzdesi bulunur. Bu gecikme %20 ile sınırlandırılmıştır. Veri tabanındaki kayıtlar tarandığında, tedarikçi belirlenen periyod içinde

toplam teslimat yaptığı ürünlerin %20'sinden fazlasını gecikme ile teslim ettiyse değerlendirmeye alınmayacaktır.

Tedarikçi sınıfı için işletmede dört farklı sınıf kullanıldığı için 0 – onaylı, 1 alternatif, 2 onaysız, 3 yasak grup, olarak tanımlanmıştır. Burada hedef en düşük sınıflı tedarikçi en çok çalışılmak istenen tedarikçidir. Bunun yanında diğer tedarikçilerden gelen teklifler göz ardı edilmeden ilgili sınıfta değerlendirmeye dâhil edilmektedir. Sınıf numarası 3 olan tedarikçiden teklif alınması istenmediği için üst limit olarak 2 nolu sınıf belirlenmiştir.

Üründe kalite kaybı, kalite sisteminde yer alan formlarda denetlenmekte ve hedef minimum hata olarak belirlenmektedir. Gıda Kontrol Formları %10, Uygunsuz Ürün Formu %5, DÖF sayısı %10 olarak en üst limitler belirlenmiştir. Bu aralıktan daha fazla kayba sebep olan tedarikçiler değerlendirmeye alınmayacaktır. Değerlerin % olarak ifade edilmesinin sebebi, yoğun çalışan tedarikçilerin sayıca daha fazla ürün sevkiyatı yapmasından daha fazla uygunsuzlukla karşı karşıya olma ihtimalidir.

Gıda kontrol formu her mal kabul esnasında teslimat şartlarını ve gönderilen ürünün genel durumunu değerlendirerek mal kabul ekibi tarafından doldurulmaktadır. Bu değerlendirme sonucu gıda kontrol formları “Kabul”, “Şartlı Kabul”, “Ret” şeklinde gruplandırılmaktadır. “Kabul” grubundaki formların her biri 1 değerini, “Şartlı Kabul” grubundaki formların her biri 0,5 değerini, “Ret” grubundaki formların her biri 0 değerini almaktadır. Daha sonra bu değerler toplanarak toplam sipariş sayısına bölünerek bir başarı yüzdesi elde edilmektedir. Bu yüzde değeri 100 değerinden çıkarılarak kayıp yüzdesi elde edilmektedir.

Uygunsuz ürün formlarının sayısı ve DÖF sayısı toplam ürün sayısına bölününce bu kriterler için bir yüzde değeri elde edilmektedir.

Tedarikçi, uzmanlar tarafından belirtilen periyod içinde alt kriterler bazında 10 üzerinden değerlendirilerek, tedarikçiye bir performans puanı verilmektedir. Örneğin 8 puan almış tedarikçi performansında %20 kayıp yaşamış demektir. %40'dan fazla performans kaybı olan tedarikçilerin teklifleri sisteme dâhil edilmeyecektir. Otel satın alma departmanı tarafından doldurulan form Şekil 5.7'de verilmiştir.

Tedarikçi Değerlendirme

Ürün Tedarikçi Değerlendirme

- Soru: 1**
İletişim
9
- Soru: 2**
Ürün Çeşitliliği
8
- Soru: 3**
Tedarik Kapasitesi
8
- Soru: 4**
Şirket Yapısına Uygunluk
9
- Soru: 5**
Satış Sonrası Destek
10
- Soru: 6**
Vade
8

No : 5

Kayıt Tarihi : 03.06.2015

Tarih : 03.06.2015

Şema : Ürün Tedarikçi Değerlendirme ...

Cari : T1 ...

Personel : Uğur KARAKAYA ...

Yetkili :

İyileştirme Açıklaması :

Aksiyon Açıklaması :

Açıklama :

Kaydet **Kapat**

Şekil 5.7 Tedarikçi Performansı Değerlendirme Formu

Spesifikasyon limitleri ve bu limitlere bağlı olarak “k” değerleri belirlendikten sonra her satın alma teklifinde bu hedeflere istinaden her tedarikçi seçimi için ilgili ürün açısından ne kadar kayba sebep olacağı hesaplanabilecektir. Satın alma biriminin bu seçimi gerçekleştirirken karşılaştığı ekran Şekil 5.8’de verilmiştir. Şekildeki ekran görüntüsü Merlon yazılımındaki teklif alma formundan alınmıştır.

Şekilde 5.8’de verilen görüntüde satırlarda ürünler ve sütunlarda tedarikçilerden gelen teklifler yer almaktadır. Bu çalışma yapılmadan önce yazılım içerisinde yer alan temel karar destek fonksiyonu sayesinde en düşük fiyatlı teklifler farklı renk ile işaretlenerek kullanıcıya karar verme konusunda yardımcı olmaktadır. Çalışmada kurgulanan çok kriterli karar verme teknikleri ile bu temel karar destek sistemine alternatif olarak daha kapsamlı, daha çok kriteri bir arada değerlendirerek daha zeki bir karar destek fonksiyonu sunulmuştur.

Satin Alma Formu								
Form No	4859	Tarih	03.06.2015	Açıklama				
Grup	...							
<input type="button" value="Kapat"/> <input type="button" value="En İyi Fiyatı Seç"/> <input type="button" value="Yeni Teklif"/> <input type="button" value="Anlaşma Listesi"/> <input type="button" value="Çevrimiçi Teklif"/>								
Ürünler / Firmalar	Açıklama	Miktar	T1			T2		
			B.Fiyat	İsk.%	T.Fiyat	B.Fiyat	İsk.%	T.Fiyat
#1 Patates Kg		10 Kg	2,2000 TL	0.0	22,0000 TL	2,1600 TL	0.0	21,6000 TL
#2 Kavun Kg		11 Kg	2,0000 TL	0.0	22,0000 TL	2,1000 TL	0.0	23,1000 TL
#3 Domates Organik kg		10 Kg	1,0000 TL	0.0	10,0000 TL	1,1000 TL	0.0	11,0000 TL

Şekil 5.8 Teklif Formu

Aşağıdaki tabloda gıda grubu için bir teklif formunda yer alan ürün için tedarikçilere ait değerler verilmiştir. Tablo 5.7’de fiyat kriteri için tedarikçilerden gelen tekliflerde yer alan fiyatlar tabloda % olarak girilmiştir. T3 tedarikçisi en düşük fiyat verdiği için dolay %100 kabul edilmiştir. Göreceli değer ise bu değere istinaden %0 olacaktır. Yani bu tedarikçi seçilirse fiyat bakımından %0 kayıp yaşanacak demektir. Fiyatı %110 olan teklifin göreceli değeri ise %10 olacaktır. Bu tedarikçi seçildiği takdirde fiyat bakımından %10 kayıp yaşanacaktır. Bu mantıkla tüm değerler tabloya işlenmiştir.

Tablo 5.7 Fiyat Kriteri İçin Taguchi Kayıp Foksiyonu

Tedarikçiler	Fiyat			
	Değer	Göreceli Değer	Taguchi Kayıp	T.K*BAHP
T1	% 110	% 10	11,11	2,50
T2	% 108	% 8	7,11	1,60
T3	% 100	% 0	0,00	0,00
T4	% 103	% 3	1,00	0,23
T5	% 105	% 5	2,78	0,63
T6	% 117	% 17	32,11	7,23
T7	% 132	% 32	Geçersiz	Geçersiz
T8	% 112	% 12	16,00	3,60
K Katsayısı	1111,11			
BAHP Ağılıkları	0,23			

Tabloda hesaplanan Taguchi kayıp fonksiyonu her bir tedarikçi için aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$T1 \text{ için: } L(y) = k (y)^2 = 1111,11 \times (0,10)^2 = 11,11$$

$$T2 \text{ için: } L(y) = k (y)^2 = 1111,11 \times (0,08)^2 = 7,11$$

$$T3 \text{ için: } L(y) = k (y)^2 = 1111,11 \times (0,0)^2 = 0$$

$$T4 \text{ için: } L(y) = k (y)^2 = 1111,11 \times (0,03)^2 = 1$$

$$T5 \text{ için: } L(y) = k (y)^2 = 1111,11 \times (0,05)^2 = 2,78$$

$$T6 \text{ için: } L(y) = k (y)^2 = 1111,11 \times (0,17)^2 = 32,11$$

T7 için: Spesifikasyon limitinin üstünde olduğu için değerlendirmeye alınmayacaktır.

$$T8 \text{ için: } L(y) = k (y)^2 = 1111,11 \times (0,12)^2 = 16,00$$

Tablo 5.7’de verilmiş son kolon T.K * AHP, elde edilen Taguchi Kayıp fonksiyonundan elde edilmiş değerlerin önemini belirten BAHP Ağırlıkları ile çarpılarak elde edilmiştir.

Tablo 5.8’de Teslim Zamanı kriteri için belirlenen periyod içerisindeki siparişlerin teslimat kayıtlarına istinaden kayıp yüzdeleri hesaplanarak tabloda % olarak verilmiştir.

Tablo 5.8 Teslim Zamanı Kriteri İçin Taguchi Kayıp Foksiyonu

Tedarikçiler	Teslim Zamanı			
	Değer	Göreceli Değer	Taguchi Kayıp	T.K*BAHP
T1	%3	%3	2,25	0,39
T2	%5	%5	6,25	1,09
T3	%6	%6	9,00	1,57
T4	%10	%10	25,00	4,35
T5	%12	%12	36,00	6,27
T6	%8	%8	16,00	2,78
T7	%0	%0	0,00	0,00
T8	%2	%2	1,00	0,17
K Katsayısı	2500,00			
BAHP Ağırlıkları	0,17			

Tabloda hesaplanan Taguchi kayıp fonksiyonu her bir tedarikçi için aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$T1 \text{ için: } L(y) = k (y)^2 = 2500,00 \times (0,03)^2 = 2,25$$

$$T2 \text{ için: } L(y) = k (y)^2 = 2500,00 \times (0,05)^2 = 6,25$$

$$T3 \text{ için: } L(y) = k (y)^2 = 2500,00 \times (0,06)^2 = 9$$

$$T4 \text{ için: } L(y) = k (y)^2 = 2500,00 \times (0,10)^2 = 25$$

$$T5 \text{ için: } L(y) = k (y)^2 = 2500,00 \times (0,12)^2 = 36$$

$$T6 \text{ için: } L(y) = k (y)^2 = 2500,00 \times (0,08)^2 = 16$$

$$T7 \text{ için: } L(y) = k (y)^2 = 2500,00 \times (0,0)^2 = 0$$

$$T8 \text{ için: } L(y) = k (y)^2 = 2500,00 \times (0,02)^2 = 1$$

Tablo 5.9’da Tedarikçi Sınıfı kriteri için teklif veren tedarikçilerin sınıflarının kategorileri verilmiştir.

Tablo 5.9 Tedarikçi Sınıfı Kriteri İçin Taguchi Kayıp Foksiyonu

Tedarikçiler	Tedarikçi Sınıfı			
	Değer	Göreceli Değer	Taguchi Kayıp	T.K*BAHP
T1	0	0	0,00	0,00
T2	1	1	25,00	3,87
T3	1	1	25,00	3,87
T4	1	1	25,00	3,87
T5	0	0	0,00	0,00
T6	2	2	100,00	15,47
T7	0	0	0,00	0,00
T8	3	3	Geçersiz	Geçersiz
K Katsayısı	25,00			
BAHP Ağılıkları	0,15			

Tabloda hesaplanan Taguchi kayıp fonksiyonu her bir tedarikçi için aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$T1 \text{ için: } L(y) = k (y)^2 = 25 \times (0)^2 = 0$$

$$T2 \text{ için: } L(y) = k (y)^2 = 25 \times (1)^2 = 25$$

$$T3 \text{ için: } L(y) = k (y)^2 = 25 \times (1)^2 = 25$$

$$T4 \text{ için: } L(y) = k (y)^2 = 25 \times (1)^2 = 25$$

$$T5 \text{ için: } L(y) = k (y)^2 = 25 \times (0)^2 = 0$$

$$T6 \text{ için: } L(y) = k (y)^2 = 25 \times (2)^2 = 100$$

$$T7 \text{ için: } L(y) = k (y)^2 = 25 \times (0)^2 = 0$$

T8 için: Spesifikasyon limitinin üstünde olduğu için değerlendirmeye alınmayacaktır.

Tablo 5.10’da Ürün Kalitesi için belirlenen periyod içerisindeki siparişlerin geçmiş kalite sistemi kayıtlarına istinaden kayıp yüzdeleri hesaplanmış tabloda % olarak verilmiştir.

Tablo 5.10 Tedarikçi Sınıfı Kriteri İçin Taguchi Kayıp Foksiyonu

Tedarikçiler	Ürün Kalitesi											
	Gıda Kontrol Formu				Uyumsuz Ürün Formu				Döf Sayısı			
	D.	G.D.	T.Kayıp	T.K*BAHP	D.	G.D.	T.Kayıp	T.K*BAHP	D.	G.D.	T.Kayıp	T.K*BAHP
T1	%8	%8	64,00	3,52	%3	%3	36,00	3,83	%6	%6	36,00	6,50
T2	%2	%2	4,00	0,22	%0	%0	0,00	0,00	%0	%0	0,00	0,00
T3	%1	%1	1,00	0,06	%0	%0	0,00	0,00	%0	%0	0,00	0,00
T4	%9	%9	81,00	4,46	%4	%4	64,00	6,82	%5	%5	25,00	4,52
T5	%4	%4	16,00	0,88	%1	%1	4,00	0,43	%2	%2	4,00	0,72
T6	%2	%2	4,00	0,22	%4	%4	64,00	6,82	%2	%2	4,00	0,72
T7	%0	%0	0,00	0,00	%0	%0	0,00	0,00	%0	%0	0,00	0,00
T8	%1	%1	1,00	0,06	%4	%4	64,00	6,82	%2	%2	4,00	0,72
K	10000,00				40000,00				10000,00			
BAHP	0,06				0,11				0,18			

Taguchi kayıp fonksiyonları her tedarikçi için alt kriter bazında ayrı ayrı hesaplanarak tabloda verilmiştir. Hesaplamalar daha önceki kriterlere benzer bir şekilde yapıldığından işlemlerin sonuçları detaylı olarak verilmemiştir. Bu örnekte alt kriterlerin herbirinde spesifikasyon limitleri dışında kalan bir değer yoktur.

Tedarikçi Performansı kriteri için değerler veri tabanında daha önce kaydedilmiş ve Şekil 5.7'de verilmiş Tedarikçi Performansı Değerlendirme Formunda yer alan alt kriter değerleri Tablo 5.11'de ve Tablo 5.12'de verilmiştir ve Kayıp fonksiyonları her bir tedarikçi için ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Hesaplamalar daha önceki kriterlere benzer bir şekilde yapıldığından işlemlerin sonuçları detaylı olarak verilmemiştir. Bu örnekte T3 olan tedarikçinin değerlendirmesinde İletişim alt kriteri için değer spesifikasyon limitlerinin dışında kaldığından dolayı değerlendirmeye alınmamıştır. Diğer alt kriterlerin herbirinde spesifikasyon limitleri dışında kalan bir değer yoktur.

Tablo 5.11 Tedarikçi Performansı Kriteri İçin Taguchi Kayıp Foksiyonu (1)

Tedarik çiler	Tedarikçi Performansı											
	İletişim				Ürün Çeşitliliği				Tedarik kapasitesi			
	D.	G.D.	T.Kayıp	T.K*BAHP	D.	G.D.	T.Kayıp	T.K*BAHP	D.	G.D.	T.Kayıp	T.K*BAHP
T1	%90	%10	6,25	0,10	%80	%20	25,00	0,28	%80	%20	25,00	0,26
T2	%90	%10	6,25	0,10	%90	%10	6,25	0,07	%100	%0	0,00	0,00
T3	%50	%50	156,25	2,47	%90	%10	6,25	0,07	%100	%0	0,00	0,00
T4	%90	%10	6,25	0,10	%80	%20	25,00	0,28	%80	%20	25,00	0,26
T5	%100	%0	0,00	0,00	%100	%0	0,00	0,00	%90	%10	6,25	0,06
T6	%80	%20	25,00	0,39	%80	%20	25,00	0,28	%80	%20	25,00	0,26
T7	%100	%0	0,00	0,00	%100	%0	0,00	0,00	%100	%0	0,00	0,00
T8	%80	%20	25,00	0,39	%80	%20	25,00	0,28	%80	%20	25,00	0,26
K	625,00				625,00				625,00			
BAHP	0,02				0,01				0,01			

Tablo 5.12 Tedarikçi Performansı Kriteri İçin Taguchi Kayıp Foksiyonu (2)

Tedarik çiler	Tedarikçi Performansı											
	Şirket Uapısına Uygunluk				Satış Sonrası Destek				Vade			
	D.	G.D.	T.Kayıp	T.K*BAHP	D.	G.D.	T.Kayıp	T.K*BAHP	D.	G.D.	T.Kayıp	T.K*BAHP
T1	%90	%10	6,25	0,12	%100	%0	0,00	0,00	%80	%20	25,00	0,33
T2	%80	%20	25,00	0,49	%100	%0	0,00	0,00	%70	%30	56,25	0,74
T3	%60	%40	100,00	1,95	%60	%40	100,00	3,38	%100	%0	0,00	0,00
T4	%70	%30	56,25	1,09	%60	%40	100,00	3,38	%90	%10	6,25	0,08
T5	%100	%0	0,00	0,00	%90	%10	6,25	0,21	%60	%40	100,00	1,32
T6	%80	%20	25,00	0,49	%90	%10	6,25	0,21	%90	%10	6,25	0,08
T7	%100	%0	0,00	0,00	%100	%0	0,00	0,00	%100	%0	0,00	0,00
T8	%80	%20	25,00	0,49	%80	%20	25,00	0,85	%80	%20	25,00	0,33
K	625,00				625,00				625,00			
BAHP	0,02				0,03				0,01			

Tablo 5.13'de her bir kriter için elde edilmiş Taguchi Kayıp değerleri ile BAHP değerlerin çarpım sonuçları yer almaktadır (Yukarıda verilmiş tablolardaki T.K * BAHP kolonundaki yer alan sonuçlar bir tablo içinde toplanmıştır.). Bu değerlerin toplamı Toplam Taguchi kayıp değerlerini oluşturmaktadır. Spesifikasyon limitlerinin etkinliğini görmek için değerlendirme dışında bırakılan tedarikçilere de yer verilmiştir ve sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Tablo 5.13 Tedarikçilerin Toplam Kayıp Değerleri

Tedarikçiler	Fiyat	Teslim Zamanı	Tedarikçi Sınıfı	Gıda Kontrol Formu	Uygunsuz Ürün Formu	Döf Sayısı	İletişim	Ürün Çeşitliliği	Tedarik kapasitesi	Şirket Yapısına Uygunluk	Satış Sonrası Destek	Vade	Toplam Kayıp
T1	2,50	0,39	0,00	3,52	3,83	6,50	0,10	0,28	0,26	0,12	0,00	0,33	17,85
T2	1,60	1,09	3,87	0,22	0,00	0,00	0,10	0,07	0,00	0,49	0,00	0,74	8,18
T3	0,00	1,57	3,87	0,06	0,00	0,00	2,47	0,07	0,00	1,95	3,38	0,00	13,35
T4	0,23	4,35	3,87	4,46	6,82	4,52	0,10	0,28	0,26	1,09	3,38	0,08	29,43
T5	0,63	6,27	0,00	0,88	0,43	0,72	0,00	0,00	0,06	0,00	0,21	1,32	10,52
T6	7,23	2,78	15,47	0,22	6,82	0,72	0,39	0,28	0,26	0,49	0,21	0,08	34,96
T7	25,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,63
T8	3,60	0,17	34,80	0,06	6,82	0,72	0,39	0,28	0,26	0,49	0,85	0,33	48,77

Elde edilen toplam kayıp değerlere göre tekliflerin sıralaması Tablo 5.14’de verilmiştir. Değerlendirme dışı kalan tedarikçilerin karara etkisini göstermek adına tedarikçiler tablodan çıkarılmadan verilmiştir. Yani, T3 tedarikçisi iletişim alt kriterindeki yetersizlik nedeniyle devre dışı bırakılmasaydı öneri tablosunda yer alır ve satınalma yöneticisi tarafından seçilebilirdi.

Tablo 5.14 En iyi Tedarikçi Seçimi İçin Karar Destek Sisteminin Sıralama Sonuçları

Sıra Numarası	Tedarikçiler	Toplam Taguchi Kaybı
1	T2	8,18
2	T5	10,52
3	T3	13,35
4	T1	17,85
5	T7	25,63
6	T4	29,43
7	T6	34,96
8	T8	48,77

Buradaki sonuçlara göre T3 tedarikçisinin değerlendirmeye dahil edilmesi yanlış karar verilmesine sebebiyet verecektir. Çünkü Fiyat, Kalite gibi kriterler açısından diğerlerine göre daha avantajlı görüldüğünden sıralamada üçüncü sırada görünmektedir. Fakat otel işletmesi nitelikli iletişim sağlayamadığı tedarikçi ile çalışmak istemediği için spesifikasyon limitleri sayesinde bu tedarikçinin teklifini değerlendirme dışı bırakabilmektedir. Bir sonraki

performans döneminde tedarikçi iletişim kurma sorununu çözdüğü takdirde o dönem içindeki tekliflerde değerlendirme kapsamına alınacaktır. Aynı şekilde T7 tedarikçisi her ne kadar kaliteli ürün sağlasa ve diğer tüm kriterlere uygun görünse de Tablo 5.6’da verilen spesifikasyon limitleri içerisinde fiyat sunmadığı için değerlendirme dışı bırakılabilmektedir. T8 tedarikçisi de “Yasak grup”ta olduğundan değerlendirme dışı bırakılmıştır.

Yukarıda verilmiş tüm işlem adımları programlama araçlarıyla yerine getirildikten sonra sonuç ekranı Şekil 5.9’da verilmiştir.

En İyi Teklifleri Göster					
#1 Patates Kg	(1) Firma : T2 Kayıp: 8.18	(2) Firma : T5 Kayıp: 10.52	(3) Firma : T1 Kayıp: 17.85	(4) Firma : T4 Kayıp: 29.43	(5) Firma : T6 Kayıp: 34.96
	Firma : T3 Kriter: İletişim Değerlendirme dışı	Firma : T7 Kriter: Fiyat Değerlendirme dışı	Firma : T8 Kriter: Tedarikçi Sınıfı Değerlendirme dışı		

Şekil 5.9 Bir Ürün İçin En İyi Tedarikçi Seçim Ekranı

Patates ürünü için tüm tedarikçi teklifleri değerlendirildikten sonra Taguchi Kayıp fonksiyonuna göre küçükten büyüğe doğru sıralanmış ve kayıp değerleri de listelenmiştir. En iyi tedarikçi T2 olarak seçilmiş, T5 de çok az bir farkla ikinci olmuştur. Bu farkları kullanıcı değerlendirerek o günün şartlarına göre ikinci sıradaki tedarikçiyi de seçebilir. Değerlendirme dışı bırakılan tedarikçiler ve devre dışı bırakılma sebepleri de ayrıca listelenmiştir.

SONUÇ

Otel işletmelerindeki satın alma ekibinin yeni bir ürün alımında en iyi tedarikçi kararını verirken Fiyat kriteri dışında işletmenin süreçlerini etkileyecek Kalite, Tedarikçi Sınıfı, Tedarikçi Performansı, Teslimat Zamanı kriterlerini de dikkate alınması çok önemlidir. Bu çalışmada, bu kriterlerin hepsini bir arada değerlendiren ve kullanıcıya seçim işleminde yardımcı olan Karar Destek aracı önerilmiştir. Ürün tedarik işleminde dikkate alınan kriterlerin önem düzeyleri BAHP yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. BAHP yönteminde alternatif sayısı arttıkça çok fazla ikili karşılaştırmanın yapılması gerektiğinden tedarikçilerin sıralama işlemi Taguchi Kayıp fonksiyonu kullanılarak yapılmıştır.

Ayrıca diğer endüstrilerde tedarikçilerin seçimini etkileyen kriterlerin belirlenmesinde AHP yöntemi çok yaygın kullanılmasına rağmen turizm sektöründeki işletmelerin tedarikçi değerlendirmesinde AHP yönteminin kullanılmadığı görülmüştür. Bunun nedeni turizm sektöründe kararların çok hızlı ve çok çaba sarf edilmeden alınması gerektiğidir. Her bir ürün alımı için karar matrisi oluşturup yöntemi uygulama pratikte mümkün değildir. Dolayısıyla karar sürecinde kullanıcıya hissettirmeden verileri sistemden toplayarak kullanıcıya sadece sonuç vererek karar vericiye destek olacak nitelikte bir yazılımın olması gerekmektedir. Antalya'daki otel işletmeleri incelendiğinde bu nitelikte bir yazılımın olmadığı görülmüştür. Bu açığı kapatmak ve daha sonra bu alanda yapılacak olan çalışmalara öncülük etmek için bu çalışma amaçlanmıştır. Ayrıca, turizm işletmelerinde tedarikçi değerlendirmesine ve BAHP ve Taguchi Kayıp fonksiyonunun yönteminin kullanımına ilişkin literatüre katkı sağlanması açısından bu çalışmanın yapılmasına karar verilmiştir.

Çalışmada üretilen sonuçlar bir ürün için örnek niteliğinde üretilmiştir. Otel işletmesinin alacağı her ürün grubu için tanımlamaları bir defaya mahsus yaptıktan sonra her ürün alımında kullanabileceği bir araç geliştirilmiştir. Bu çalışma yapılmadan önce Merlon yazılımı içerisinde yer alan temel karar destek fonksiyonu sayesinde, en düşük fiyatlı teklifler farklı renk ile işaretlenerek kullanıcıya karar verme konusunda yardımcı olmuştur. Çalışmada kurgulanan çok kriterli karar verme teknikleri ile bu temel karar destek sistemine alternatif olarak daha kapsamlı, daha çok kriteri bir arada değerlendiren daha zeki bir karar destek fonksiyonu sunulmuştur.

Yapılan uygulama sonucunda sadece fiyatın değil, birçok faktörün göz önüne alınması gerektiği örneklerle açıklanmıştır. Bu tür satın alma kararlarında çok düşük fiyata sahip bir teklif dezavantajlı teknik özelliklere sahip olmasından dolayı tercih edilmezken; öte yandan göreceli yüksek fiyata sahip bir teklif, diğer kriterlerin önem seviyeleri dikkate alındığından

tercih edilebilmektedir. Seçilen alt kriterlerin değerleri, kullanılan satın alma programından elde edilen veriler doğrultusunda belirlenmiş ve program tarafında otomatik atanmıştır.

Yapılan alışma kullanıcıya sadece bir karar destek niteliğinde tasarlanmıştır. Gelecekte yapılacak çalışmalarda kullanıcıların bu kriterler bazında ve bu sonuçlara göre verdiği kararları analiz ederek otomatik karar veren yapay sinir ağları tabanlı bir mekanizma da geliştirilebilir.

KAYNAKÇA

- Acer, A. (2009). Bulanık Ahp Yöntemi ile Lojistik Yönetimine Çözüm Yaklaşımı ve Bir Uygulama. İstanbul: Marmara Üniversitesi, Yöneylem Araştırması Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Ada, E., Kazançoğlu, Y., & Aracıoğlu, B. (2005). Stratejik Rekabet Üstünlüğü Sağlamada Tedarikçi Seçiminin Analitik Hiyerarşik Süreç ile Gerçekleştirilmesi.
- Akarte, M., Surendra, N., Ravi, B., & Rangaraj, N. (2001). Web Based Casting Supplier Evaluation Using Analytical Hierarchy Process. *Journal of the Operational Research Society* 52 (5), 511–522.
- Akat, İ., & Budak, G. (2002). İşletme Yönetimi. İzmir: Barış yayınları.
- Akman, G., & Alkan, A. (2006). Tedarik Zinciri Yönetiminde Bulanık AHP Yöntemi Kullanılarak Tedarikçilerin Performansının Ölçülmesi: Otomotiv Yan Sanayiinde Bir Uygulama.
- Altier, W. (1999). *The Thinking Manager's Toolbox*. New York: Oxford University Press.
- Atay, L., & Özdağoğlu, A. (2008). Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemiyle Tedarikçi Seçimi. *Seyahat ve Turizm Araştırmaları Dergisi*, 38-61.
- Bachlaus, M., Tiwari, M., & Chan, F. (2009). Multi-objective Resource Assignment Problem in a Product-Driven Supply Chain Using a Taguchi-Based DNA Algorithm. . *International Journal of Production Research*, 47(9), 2345-2371.
- Baydar, S. (2010). Çevresel Faktörlerin Pilot Hatalarına Etkilerinin Taguchi Yaklaşımı ile İncelenmesi. Eskişehir: Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı.
- Baynal, K., & Gencil, İ. (2015). Taguchi Yönteminin Gıda Sektöründe Çok Yanıtlı Problemin Eniyilemesinde Uygulanması. . *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 19(1), 107-121.
- Bergevin, R., Kinder, A., Siegel, W., Simpson, B. (2010). *Call Centers For Dummies* (2 b.). Newyork: Penguin.
- Bhushan N., R. K. (2004). *Strategic Decision Making Applying the Analytic Hierarchy Process*. London: Springer-Verlag London Limited.
- Bhutia, P., & Phipon, R. (2012). Application of AHP and TOPSIS Method For Supplier Selection Problem. *IOSR Journal of Engineering (IOSRJEN) Volume*, 2, 43-50.
- Büyüközkan, G., Kahraman, C., & Ruan, D. (2004). A Fuzzy Multi-Criteria Decision Approach For Software Development Strategy Selection. *International Journal of General Systems*, 33(2-3), 259-280.

- Cebeci, D. (2013). Kurumsal Kredi Değerlendirmede Bulanık AHP-Yapay Sinir Ağları Temelli Bir Yaklaşım Ve Bir Uygulama Çalışması. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.
- Chakraborty, R., Mahmud, S., Nuruzzaman, M., Islam, M., & Hossain, M. (2012). Selection of Potential Suppliers through Different Multi-Criteria Decision Making Techniques. International Conference on Mechanical, Industrial and Energy Engineering, 1-6.
- Chan, F. (2003). Interactive Selection Model For Supplier Selection Process: an Analytical Hierarchy Process Approach. International Journal Production Research 41 (15), 3549–3579.
- Chang, B., Chang, C., & Wu, C. (2011). Fuzzy DEMATEL Method For Developing Supplier Selection Criteria. Expert Systems with Applications, 38(3), 1850-1858.
- Chen, G., & Pham, T. (2001). Introduction to Fuzzy Sets, Fuzzy Logic, And Fuzzy Control Systems. USA: CRC Press.
- Chen, S., & Hwang, C. (1992). Fuzzy Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications. New York: Springer.
- Chou, C. (2003). The Canonical Representation Of Multiplication Operation On Triangular Fuzzy Numbers. Computers and Mathematics with Applications: An International Journal, 45, 1601–1610.
- Clemen, R. (1996). Making Hard Decisions: An Introduction to Decision Analysis. USA: Duxbury Press.
- Cox, E. (1994). The Fuzzy Systems Handbook. USA: Academic Press.
- Çelikkan, H. (2009). Taguchi Kayıp Fonksiyonu ile Ekonomik Sipariş Miktarı ve Yeni Bir Model Önerisi. 2009: Süleyman Demirel Üniversitesi, İşletme Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi.
- Dağdeviren, M., & Eren, T. (2001). Tedarikçi Firma Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerinin Kullanılması. Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi, 16(2), 41-52.
- Dağdeviren, M., Yüksel, İ., & Kurt, M. (2008). A Fuzzy Analytic Network Process (ANP) Model to Identify Faulty Behavior Risk (FBR) in Work System. Safety Science 46, 771–783.
- Davras, G., & Karaatlı, M. (2014). Otel İşletmelerinde Tedarikçi Seçimi Sürecinde AHP ve BAHP Yöntemlerinin Uygulanması. 87-112: Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 32(1).
- Demireli, E. (2010). TOPSIS Çok Kriterli Karar Verme Sistemi: Türkiye'deki Kamu Bankaları Üzerine Bir Uygulama. Girişimcilik ve Kalkınma Dergisi, 101-112.

- Deng, Y., & Chan, F. (2011). A New Fuzzy Dempster MCDM Method and Its Application in Supplier Selection. *Expert Systems with Applications*, 38(8), 9854-9861.
- Durdudiler, M. (2006). Perakende Sektöründe Tedarikçi Performans Değerlemede AHP ve Bulanık AHP Uygulaması. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Dursun, E. (2009). Bulanık AHP Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi ve Tekstil Sektöründe Bir Uygulama. İstanbul: Yük.Lis.Tezi, İTÜ.
- Ecer, F., & Küçük, O. (2008). Tedarikçi Seçiminde Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve Bir Uygulama. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(1), 355-369.
- Edwards, W., & Barron, H. (1994). SMARTS and SMARTER: Improved Simple Methods For Multiattribute Utility Measurement. *Organizational Behavior and Human Decision Processes* 60, 306-325.
- Elmas, Ç. (2011). Yapay Zeka Uygulamaları. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Erpolat, S. (2012). Ticari Firma Kredi Taleplerinin Değerlendirilmesinde AHY ile Farklı Bulanık Sıralama Yöntemlerinin Denendiği Bahy’Nin İncelenmesi. 213-235: *Öneri Dergisi*, 9(36).
- Ersoylu, İ. (2011). Bulanık VIKOR ve Bulanık AHP Yöntemleri ile Performans Ölçümü. İstanbul: Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü.
- Ertuğrul, İ., & Güneş, M. (2007). Fuzzy Multi-Criteria Decision Making Method For Machine Selection. In *Analysis and Design of Intelligent Systems using Soft Computing Techniques* (s. 638-648). içinde Berlin Heidelberg.: Springer.
- Ertuğrul, İ., & Karakaşoğlu, N. (2006). The Fuzzy Analytic Hierarchy Process For Supplier Selection And An Application in a Textile Company. *Proceedings of 5th International Symposium on Intelligent Manufacturing Systems*, 195-207.
- Ertürk, M. (2001). İşletme Biliminin Temel İlkeleri . İstanbul: Beta Basım A.Ş.
- Esen, Ö. (2008). Yöneticiler için Bilgisayar Destekli Karar Modelleri. İstanbul: Çağlayan Kitabevi.
- Eslamian, S. (2014). Tedarikçi Kriterlerinin ve Tedarikçinin Seçiminde Bütünleşik Bulanık Topsıs - Bulanık Vza Yaklaşımı. Erzurum: Atatürk Üniversitesi, Ekonometri Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- Evren R., Ü. F. (1992). Yönetimde Karar Verme. Ü. F. Evren R. içinde, Yönetimde Karar Verme (s. 12). İstanbul: İTÜ.
- Fox C., S. K. (2003). Belief and Preference in Decision Under Uncertainty. M. L. Hardman D. içinde, *Thinking* (s. 273). West Sussex: John Wiley & Sons Ltd.

- Garuti, C., & Sandoval, M. (2005). Comparing AHP and ANP Shiftwork Models: Hierarchy Simplicity V/S Network Connectivity. 8th International Symposium of the AHP.
- Genç, N. (2005). Yönetim ve Organizasyon. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Göksu, A. (2008). Bulanık Analitik Hiyerarşik Proses ve Üniversite Tercih Sıralamasında Uygulanması. Isparta: Suleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Göksu, A., & Güngör, İ. (2008). Bulanık Analitik Hiyerarşik Proses ve Üniversite Tercih Sıralamasında Uygulanması. Süleyman Demirel Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi, 13(3), 1-26.
- Greco, S., Słowiński, R., & Figueira, R. (2010). Trends in Multiple Criteria Decision Analysis. London: Springer.
- Güner, H. (2005). Bulanık AHP Ve Bir İşletme İçin Tedarikçi Seçimi Problemine Uygulanması. Denizli: Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Hamzaçebi, C., & Kutay, F. (2001). Kalite Maliyetlerine Genel Bir Bakış: Taguchi Kayıp Fonksiyonu. Pamukkale University Journal of Engineering Sciences, 7(2), 287-293.
- Huang, S. (2008). Comparison of Utility-Based Recommendation Methods. PACIS 2008 Proceedings, 21-33.
- Hwang, C., & Masud, A. (1979). Multiple Objective Decision Making - Methods and Applications. Berlin: Springer.
- Kahraman, C., & Yavuz, M. (2010). Production Engineering and Management Under Fuzziness. Berlin: Springer.
- Kahraman, C., Cebeci, U., & Ruan, D. (2004). Multi-Attribute Comparison of Catering Service Companies Using Fuzzy AHP: The case of Turkey. International Journal of Production Economics, 87(2), 171-184.
- Kahraman, C., Cebeci, U., & Ulukan, Z. (2003). Multi-criteria supplier selection using fuzzy AHP. Logistics Information Management 16 (6), 382-394.
- Kapar, K. (2013). Bir Üretim İşletmesinde Analitik Hiyerarşi Süreci ile Tedarikçi Seçimi. Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 28(1), 197-231.
- Karaatlı, M., Ömürbek, N., Aksoy, E., & Karakuzu, H. (2014). Turizm İşletmeleri İçin AHP Temelli Bulanık TOPSIS Yönetimi ile Tur Operatörü Seçimi. Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 53-70.
- Karahan, A. (2009). Dış Kaynak Kullanımının Verimlilik Üzerine Etkisi. Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 12(21), 185*199.

- Keiser, j. (1979). *Principles and Practice of Management in the Hospitality Industry*. New York.
- Khorramshahgol, R., & Djavanshir, G. (2008). The Application of Analytic Hierarchy Process to Determine Proportionality Constant of The Taguchi Quality Loss Function. . *Engineering Management, IEEE Transactions on*, 55(2), 340-348.
- Kilgour, M., Chen, Y., & Hipel, K. (2010). Multiple Criteria Approaches to Group Decision and Negotiation. M. Ehrgott, S. Greco, & J. Figueira içinde, *Trends in Multiple Criteria Decision Analysis* (s. 317-338). USA: Springer.
- Koçel, T. (2010). *İşletme Yöneticiliği*. İstanbul: Beta Basım A.Ş.
- Koçoğlu, E. (2010). *İşletmelerde Yöneticilerin Karar Verme Süreci, İşletme Yönetimi Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*. Ankara: Atılım Üniversitesi.
- Köse, E., Aplaç, S., & Kabak, M. (2013). Personel Seçimi için Gri Sistem Teori Tabanlı Bütünleşik Bir Yaklaşım. *Ege Academic Review*, 13(4), 461-471.
- Kuo, Y., Yang, T., & Huang, G. (2008). The Use of A Grey-Based Taguchi Method For Optimizing Multi-Response Simulation Problems. . *Engineering Optimization*, 40(6), 517-528.
- Labib, A. (2011). A Supplier Selection Model: A Comparison of Fuzzy Logic and The Analytic Hierarchy Process. *International Journal of Production Research*, 49(21), 6287-6299.
- Lai, Y., & Hwang, C. (1994). *Fuzzy Multiple Objective Decision Making*. London: Springer.
- Lee, K. (2005). *First Course on Fuzzy Theory and Applications*. Berlin: Springer.
- Li, H., Chen, P., & Huang., H. (2001). *Fuzzy Neural Intelligent Systems : Mathematical Foundation and The Applications In Engineering*. USA: CRC Press.
- Liao, C. (2010). Supplier Selection Project Using An Integrated Delphi, AHP and Taguchi Loss Function. In *Probst forum* (Vol. 3), 118-134.
- Linkov, İ., & Moberg, E. (2012). *Mutli-Criteria Decision Analysis: Environmental Applications and case studies*. USA: CRC Press.
- Liu, P., & Li, H. (2004). *Fuzzy Neural Network Theory and Application* (Vol. 59). USA: World Scientific.
- Lui, S., & Lin, Y. (2006). *Grey Information: Theory and Practical Applications*. London: Springer.
- McNeill, M., & Thro, E. (1994). *Fuzzy Logic A Practical Approach*. London: Academic Press, Inc.

- Muralidharan, C., Anantharaman, N., & Deshmukh, S. (2002). A Multi-Criteria Group Decision-Making Model For Supplier Rating. *Journal of Supply Chain Management* 38 (4), 22-33.
- Olgun, M., & Özdemir, G. (2013). Önem-Memnuniyet Analizi ve Taguchi Metodu ile Eğitimde İyileştirme Önceliklerinin Belirlenmesi: Bir Uygulama Örneği. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 19(2), 81-87.
- Opricovic, S., & Tzeng, G. (2004). Compromise Solution by MCDM Methods: A comparative Analysis of VIKOR and TOPSIS. *European Journal of Operational Research* 156.2, 445-455.
- Ömürbek, N., & Tunca, Z. (2013). Analitik Hiyerarşi Süreci ve Analitik Ağ Süreci Yöntemlerinde Grup Kararı Verilmesi Aşamasına İlişkin Bir Örnek. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* Y.2013, C.18, S.3, 47-70.
- Öneren, M., & Çiftçi, G. (2013). Yöneticilerin Öz Yeterlilik ve Karar Verme Tarzlarına İlişkin Özel Bankalarda Bir Araştırma. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 305-321.
- Özceylan, D., & Coşkun, E. (2008). Tedarik Zincirinde Bilişimin Rolü ve Bilişim Yönetimi. *Güncel Yönetim ve Organizasyon Yaklaşımları* (s. 77-100). içinde Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Öztürk, A. (2011). *Yöneylem Araştırması*. Bursa: Ekin Basım.
- Öztürk, A. B., & Başkaya, Z. (2012). Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci ile Bir Ekmek Fabrikasında Un Tedarikçisinin Seçimi. *Business & Economics Research Journal*, 3(1), 131-159.
- Öztürk, Y., & Özata, M. (2010). *Hastanelerde Dış Kaynak Kullanımı*. Ankara: Eğitim Akademi Yayınları.
- Özyörük, B., & Özcan, E. (2005). Otomotiv Sektöründe Tedarikçi Seçimine Etki Eden Faktörler ve Tedarikçi Seçimi. *V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu*, 625-629.
- Pedrycz, W., Ekel, P., & Parreiras, R. (2011). *Fuzzy Multicriteria Decision-Making: Models, Methods and Applications*. West Sussex: John Wiley & Sons.
- Pi, W., & Low, C. (2006). Supplier Evaluation And Selection via Taguchi Loss Functions And An AHP. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 27(5-6), 625-630.
- Pollock, J. (2006). *Decisions, Thinking About Acting* (s. 21-24). New York: Oxford University Press.
- Ross, T. (2004). *Fuzzy Logic With Engineering Applications*. USA: John Wiley & Sons.

- Ross, T. J. (2010). *Fuzzy Logic With Engineering Applications*. USA: John Wiley & Sons.
- Roy, R. (1990). *A Primer on the Taguchi Method*. USA: Nostrand Reinhold.
- Roy, R. (2001). *Design of Experiments Using the Taguchi Approach: 16 Steps To Product and Process Improvement*. USA: John Wiley & Sons.
- Russell, R., & Taylor, B. (2000). *Operations Management*. New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- Saaty T., V. L. (1994). *How to Make Decision: The Analytic Hierarchy Process*. Pttsburgh: RWS Publications.
- Saaty, T. (1995). *Decision Making for Leaders*. Pittsburgh: RWS Publications.
- Saaty, T., & Vargas, L. (2001). *Models, Methods, Concepts and Applications of the Analytic Hierarchy Process*. New York: Springer.
- Saaty, T., & Vargas, L. (2013). *Decision Making with the Analytic Network Process : Economic, Political, Social and Technological Applications with Benefits, Opportunities, Costs and Risks*. New York: Springer.
- Sadeghian, H., & Karami, E. (2010). *Supplier Evaluation Using Loss Function and AHP*. In *Proceedings of the 2010 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 9-10.
- Sarı, T. (2014). *Taguchi, Analitik Ağ Prosesi (Anp) ve Topsıs Yöntemleri ile Bütünleşik Tedarikçi Seçimi*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi İşletme Anabilim Dalı, Doktora Tezi.
- Seçme, N., & Özdemir, A. (2008). *Bulanık Analitik Hiyerarşi Yöntemi İle Çok Kriterli Stratejik Tedarikçi Seçimi: Türkiye Örneği*. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 22(2), 175-191.
- Shanteau, J. &. (1992). *Why Study Expert Decision Making? Some Historical Perspectives and Comments*. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 95-106.
- Şen, Z. (2009). *Bulanık Mantık İlkeleri ve Modelleme*. İstanbul: Su Vakfı Yayınları.
- Şengül, Ü., Eren, M., & Eslamian, S. (2012). *Belediyelerin Toplu Taşıma Araçları Seçiminin Bulanık AHP Yöntemi ile Belirlenmesi*. 13. Uluslararası Ekonometri, Yöneylem Araştırması ve İstatistik Konferansı, 143-165.
- Taguchi, G., Chowdhury, S., & Wu, Y. (2005). *Taguchi's Quality Engineering Handbook*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Taha, H. (2007). *Yöneylem Araştırması*. İstanbul: Literatür Yayıncılık.
- Tansel İç, Y., & Yıldırım, S. (2013). *MOORA-based Taguchi Optimisation For Improving Product or Process Quality*. *International Journal of Production Research*, 51(11), 3321-3341.
- Tengilimoğlu, D. (2009). *İşletme Yönetimi*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

- Terzi , Ü., Hacalođlu, S., & Aladađ, Z. (2006). Otomobil Satın Alma Problemi İçin Bir Karar Destek Modeli. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi 5(10), 43-49.
- Ting, S., & Cho, D. (2008). An Integrated Approach For Supplier Selection And Purchasing Decisions. Supply Chain Management: An International Journal, 13(2), 116-127.
- Tozkoparan, D. (2010). Plazma Sprey Kaplama Kalitesine Etki Eden Faktörlerin Taguchi Yöntemiyle Optimizasyonu. Sakarya: Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Tzeng, G., & Huang, J. (2011). Multiple Attribute Decision Making. USA: CRC Press.
- Ünver, C. (2010). Tedarikçi Seçimine Bulanık Ahp Yaklaşımı ve Bir Uygulama. İstanbul: Marmara Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi.
- Vargas, L., & Saaty, T. (1982). The Logic of Priorities. USA: Springer.
- Vatanserver, K., & Uluköy, M. (2013). Kurumsal Kaynak Planlaması Sistemlerinin Bulanık AHP ve Bulanık MOORA Yöntemleriyle Seçimi: Üretim Sektöründe Bir Uygulama. Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 11(2)., 274-293.
- Wang, L. (1999). A Course in Fuzzy Systems. USA: Prentice-Hall press.
- Wang, X., & Kerre, E. (2001). Reasonable Properties For The Ordering of Fuzzy Quantities (I). 375-385: Fuzzy Sets and Systems, 118(3).
- Yılmaz, E. (2012). Bulanık AHP-Vikor Bütünleşik Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi. 331-354: Marmara Üniversitesi İ.İ.B Dersi 2012.
- Yoon, K., & Hwang, C. (1981). Multiple Attribute Decision Making - Methods and Applications. Berlin: Springer-Verlag.
- Yüksel, H. (2009). Üretim/İşletmeler Yönetimi Temel Kavramlar. İstanbul: Nobel Basım Evi.

Ö Z G E Ç M İ Ş

Adı ve SOYADI : Zeynep ÜNAL
Doğum Tarihi ve Yeri : 10/10/1981 - KAZAKİSTAN
Medeni Durumu : Evli

Eğitim Durumu

Mezun Olduğu Lise : Ayşe Bibi Lisesi / KAZAKİSTAN, 1999
Lisans Diploması : Selçuk Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi,
 Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Konya, 2004
Yüksek Lisans Diploması : Akdeniz Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü,
 Ekonometri Ana Bilim Dalı, Antalya, 2015
Tez Konusu : Tedarikçi Seçiminde Bulanık Ahp ve Taguchi Kayıp
 Fonksiyonunun Kullanımı: Bir Otel İşletmesinde Uygulama
Yabancı Dil / Diller : İngilizce, Rusça, Kazakça, Almanca, İtalyanca

Bilimsel Faaliyetler

Ünal Z., Asilkan Ö., Ekşili N., Yardımcı A., “Konaklama İşletmelerinin Verimliliğini Artırma Amacıyla Çağrı Merkezlerinin Kurulumu”, Yönetim Bilişim Sistemleri Kongresi, İstanbul, 16-17 Ekim 2014.

Ekşili N., Ünal Z., Batur Z., "İş Yaşamında X Kuşağı Yöneticilerin Algılama Farklılıklarından Kaynaklanan Performans Değerlemeleri Üzerine Bir Araştırma", I.Uluslararası İktisat Kongresi, Prag, Çek Cumhuriyeti, 3-5 Eylül 2014, ss.104-106.

İş Denevimi

Stajlar : İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi Staj, İstanbul, 2002
Çalıştığı Kurumlar : Ela Quality Resort Hotel – Çağrı Merkezi Müdürü, AR-GE, Antalya
 Besay Bilişim Akademisi – Microsoft Certified Trainer, Antalya
 INTERCOM Bilgisayar – Proje Yöneticisi, Antalya
E-Posta : zeynepunal1010@hotmail.com