

**T.C.
BARTIN ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI**

BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ VE BİR UYGULAMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HAZIRLAYAN
MERVE TÜRKOĞLU**

**DANIŞMAN
DOÇ. DR. ALPER AYTEKİN**

BARTIN-2016

T.C.
BARTIN ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

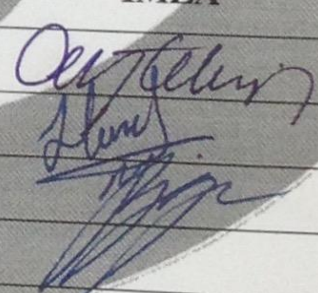
BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ İLE TEDARİKÇİ SEÇİMİ VE BİR
UYGULAMA

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN
Merve TÜRKOĞLU

DANIŞMAN
DOÇ. DR. Alper AYTEKİN

“Bu tez 19/02/2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.”

JÜRİ ÜYESİ	İMZA
Doç. Dr. Alper AYTEKİN(Danışman)	
Yrd. Doç. Dr. Hande KÜÇÜKÖNDER	
Doç. Dr. Mehmet PEKKAYA	

KABUL VE ONAY

Merve TÜRKOĞLU tarafından hazırlanan “Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi ve Bir Uygulama” başlıklı bu çalışma, 19/02/2016 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda **oy birliği** ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Alper AYTEKİN (Danışman)



Üye : Yrd. Doç. Dr. Hande KÜÇÜKÖNDER



Üye : Doç. Dr. Mehmet PEKKAYA



Bu tezin kabulü Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulunun/...../..... tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Yrd. Doç. Dr. M. Said CEYHAN
Enstitü Müdürü

BEYANNAME

Bartın Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre Doç. Dr. Alper AYTEKİN danışmanlığında hazırlamış olduğum “Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Tedarikçi Seçimi ve Bir Uygulama” başlıklı yüksek lisans tezimin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.



İmza

19/02/2016

Merve TÜRKOĞLU

ÖNSÖZ

Lisans ve yüksek lisans öğrenimim boyunca bana destek olan ve tez dönemimde fikir alışverişinde bulunabildiğim değerli tez danışmanım Doç. Dr. Alper AYTEKİN'e, hiçbir zaman yardımını esirgemeyen, her zaman beni destekleyen ve yanımda olan değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Hande KÜÇÜKÖNDER'e teşekkür ederim. Hem mutluluğumu hem üzüntümü paylaştığım ve her zaman yanımda olduğunu bildiğim kıymetli arkadaşım aynı zamanda manevi kardeşim olan Fatma TÜMİNÇİN'e, tezim için bana her zaman yardımcı olan manevi abim Muharrem ÖZDEMİR'e, tez dönemim boyunca manevi desteklerini esirgemeyen tüm değerli ablalarım ve arkadaşlarıma, hayatım boyunca beni her zaman destekleyen ve her zaman yanımda olduklarını hissettiğim çok değerli aileme sonsuz teşekkür ederim.

Merve TÜRKÖĞLU

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Tedarikçi Seçimi ve Bir Uygulama

Merve TÜRKOĞLU

**Bartın Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
İşletme Anabilim Dalı**

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. Alper AYTEKİN
Bartın-2016, Sayfa: XVIII + 77**

İşletmelerin rekabet edebilme gücü, uzun süre faaliyet gösterebilme ve müşterilerin isteklerine uygun ürün üretebilmeleri için doğru tedarikçilerle çalışmaları gerekmektedir. Çok kriterli karar verme problemleri arasında yer alan tedarikçi seçimi, karar vericiye yön verebilmek için üzerinde durulması gereken önemli bir konudur.

Bu çalışmada, Düzce İli'nde faaliyet gösteren bir ambalaj fabrikası için en uygun tedarikçinin seçimi Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (BAHP) yöntemi ile belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmada BAHP yaklaşımlarından olan Chang'in (1996) geliştirmiş olduğu Genişletilmiş Analiz Yöntemi kullanılmıştır. Veri elde etmek amacıyla bu fabrikadaki satın alma ile sorumlu olan kişilerle görüşülerek uzman görüşü alınmıştır. Belirlenen fiyat, teslimat, hammadde ve hizmet ana kriterleri, bu kriterlerin on iki alt kriteri ve işletmenin ürün temin ettiği üç tedarikçi belirlenerek tedarikçi seçimine yönelik anket uygulanmıştır.

Elde edilen veriler BAHP ile değerlendirilerek kriterlerin ağırlıkları belirlenmiştir. Bulunan sonuçlara göre, tedarikçi seçiminde en önemli kriterin hammadde kriteri olduğu ve bu kriteri en çok sağlayabilen tedarikçinin ise ismi kodlanarak verilen C tedarikçisi olduğu tespit edilmiştir. BAHP’de yapılan tüm işlemleri gerçekleştirebilen bir bilgisayar programı geliştirilmiştir. Bu program Delphi XE8 versiyonu ile hazırlanmıştır. Manuel olarak yapılan hesaplamalar, geliştirilen program ile kontrol edilmiş ve sonuçların yaklaşık olarak aynı çıktığı tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (BAHP); Delphi programlama, tedarikçi seçimi



ABSTRACT

M.Sc. Thesis

Fuzzy Analytical Hierarchy Process with Supplier Selection and an Application

Merve TÜRKOĞLU

**Bartın University
Institute of Social Sciences
Department of Business**

Thesis Advisor: Assoc. Prof. Dr. Alper AYTEKİN

Bartın 2016 Page: XVIII + 77

Companies need to work with right suppliers for their maintenances, power to compete and the production of customer-based products. Supplier selection which is among the multicriteria decision is of significance to get focused for the guidance of decision makers.

In this study, we try to determine the best supplier for a package company being run in Düzce using Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP). Expanded analysis method which is developed by Chang and is one of the FAHP approaches is used. In order to obtain data, expert opinion is taken by interviewing with the people that are responsible for the sale in factory. We used a survey for the selection of suppliers among the three suppliers company work with. This survey has price, delivery, raw material and service as factors, and each factor has twelve items.

Obtained data is analyzed using FAHP, and the weights of factors are determined. According to this analysis, it is determined that the most important factor in selection of supplier is raw material and the suppliers that provides this best is the one coded as C. A computer program which is able to do all operations done by FAHP is developed. This program is fulfilled by

Delphi XE8 calculations that are done manually are checked with this program, and it is determined that results are almost the same.

Key Words: Fuzzy Analytic Hierarchy Process (FAHP); Delphi programming; supplier selection



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL VE ONAY	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
BEYANNAME.....	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
ÖNSÖZ.....	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
TABLolar DİZİNİ.....	xiv
EKLER DİZİNİ.....	xvi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xvii
BÖLÜM I GİRİŞ.....	1
BÖLÜM II ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ.....	3
2.1 Analitik Hiyerarşi Prosesi Yönteminin Aşamaları	3
2.1.1 Problemin Belirlenmesi ve Hiyerarşik Yapının Oluşturulması.....	3
2.1.2 İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması	4
2.1.3.Önem Ağırlıklarının Belirlenmesi.....	5
2.1.4 Tutarlılık Oranının Hesaplanması	6
2.2 Analitik Hiyerarşi Prosesinin Avantajları ve Dezavantajları.....	7
BÖLÜM III BULANIK MANTIK VE BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ... 8	
3.1 Bulanık Mantık	8

3.1.1 Bulanık Mantık Yapısı.....	10
3.1.2 Bulanık Küme	11
3.1.3 Bulanık Kümelerde İşlemler	11
3.1.3.1 Kesişim İşlemi.....	11
3.1.3.2 Birleşim İşlemi	12
3.1.3.3 Tümlleyen İşlemi.....	12
3.1.3.4 Alt Küme Bulma İşlemi	12
3.1.4 Bulanık Kümelerdeki Kavramlar	12
3.1.4.1 Bir Bulanık Kümenin Desteği.....	13
3.1.4.2 Bir Bulanık Kümenin Alfa(α) Kesiti	13
3.1.4.3 Bulanık Kümenin Büyüklüğü	13
3.1.5 Bulanık Sayılar	13
3.1.6 Üyelik Fonksiyonları	14
3.1.6.1 Üçgen Üyelik Fonksiyonu.....	15
3.1.6.2 Yamuk Üyelik Fonksiyonu	15
3.2 Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi	16
3.2.1 Genişletilmiş Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi Algoritması.....	17
3.2.2 Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesinde Kullanılan Ölçekler.....	19
3.2.3 Tutarlılık Oranının Hesaplanması.....	20
3.2.4 Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Arasındaki Farklar.....	20
BÖLÜM IV TEDARİKÇİ SEÇİMİ	21
4.1 Tedarikçi Seçim Süreci	21
4.1.1 Tedarikçi Seçimi İçin Problemin Tanımlanması.....	21
4.1.2 Tedarikçi Seçimi İçin Kriterlerin Belirlenmesi.....	22

4.1.3 Ön Değerlendirme	22
4.1.4 Son Seçimin Yapılması	22
4.2 Tedarikçilerin Değerlendirilmesinde Kullanılan Modeller.....	23
4.2.1 Maliyet Tabanlı Modeller.....	23
4.2.2 Matematiksel Programlama Modelleri.....	23
4.2.3 İstatistiksel Modeller	23
4.2.4 Yapay Zeka Modelleri ve Uzman Sistemler	23
4.2.5 Doğrusal Ağırlıklandırma Modelleri: Çok kriterli karar verme.....	23
4.2.6 Tümlleşik Modeller	24
BÖLÜM V MATERYAL VE YÖNTEM	25
5.1 Materyal	25
5.1.1 Tedarikçi Seçimi Kriterleri	27
5.1.1.2 Teslimat Ana Kriteri.....	27
5.1.1.3 Hammadde Ana Kriteri	27
5.1.1.4 Hizmet Ana Kriteri.....	28
5.2 Yöntem.....	29
BÖLÜM VI LİTERATÜR ÖZETİ.....	30
6.1 Bulanık Mantık ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Yapılan Çalışmalar	30
6.2 Tedarikçi Seçimi ile İlgili Yapılan Çalışmalar	31
BÖLÜM VII UYGULAMA.....	33
7.1. Bilgisayar Programının Tanıtımı ve Uygulaması	33

7.2 Manuel Hesaplamalar ile Yapılan Uygulama	39
7.3 Duyarlılık Analizi	57
BÖLÜM VIII SONUÇ	61
KAYNAKLAR.....	63
EKLER	71
ÖZGEÇMİŞ.....	78



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Sayfa No
1. AHP modelinin hiyerarşi yapısı	4
2. Bulanık mantık yapısı	10
3. Üçgen üyelik fonksiyonu	15
4. Yamuk üyelik fonksiyonu	16
5. M_2 ve M_1 üçgen bulanık sayılarının kesişimi	18
6. Düzce Propak Ambalaj Üretim ve Pazarlama A.Ş.	26
7. Problemin hiyerarşik yapısı.	28
8. Programın açılış ekranı.	33
9. Ayarların yapıldığı ekran.	34
10. Kriter, alt kriter ve alternatif girişi yapılan ekran.	35
11. Verilerin girildiği ekran.	36
12. Ağırlıkların gösterildiği ekran.	36
13. Duyarlılık analizinin yapıldığı ekran.	37
14. Alt kriterlerin kendi aralarındaki ağırlıkları.	37
15. Alternatiflerin tüm alt kriterlere göre ağırlıkları.	38
16. En uygun tedarikçinin belirlendiği ekran.	38
17. Kriterlerin tanıtıldığı ekran	76
18. Kriterlere verilen değerlerin girildiği ekran	76
19. Kriterlerin ağırlıklarının gösterildiği ekran	77

TABLolar DİZİNİ

Tablo No	Sayfa No
1. Kriterler için ikili karşılaştırmalar matrisinin elde edilmesi.....	5
2. AHP’de kullanılan ikili karşılaştırma ölçeği .	5
3. Tesadüfilik göstergesi	6
4. Klasik mantık ile bulanık mantık arasındaki temel farklılıklar .	9
5. Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi önem ölçeği	19
6. Chang’in bulanık önem dereceleri	19
7. Dickson kriterleri	25
8. Ana kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi.	39
9. Kriterlerin elde edilen ağırlıkları.	40
10. Fiyat alt kriterlerinin ikili karşılaştırma matrisi.....	40
11. Fiyat alt kriterlerinin elde edilen ağırlıkları.....	41
12. Teslimat alt kriterlerinin ikili karşılaştırma matrisi.	41
13. Teslimat alt kriterlerinin elde edilen ağırlıkları.	42
14. Hammadde alt kriterlerinin ikili karşılaştırma matrisi.	42
15. Hammadde alt kriterlerinin elde edilen ağırlıkları.	42
16. Hizmet alt kriterlerinin ikili karşılaştırma matrisi.	43
17. Hizmet alt kriterlerinin elde edilen ağırlıkları.	43
18. En uygun fiyat alt kriteri için tedarikçilerin ikili karşılaştırma matrisi.	43
19. En uygun fiyat alt kriterinin tedarikçilere göre elde edilen ağırlıkları.	44
20. İndirim oranı alt kriteri için tedarikçilerin ikili karşılaştırma matrisi.....	44
21. İndirim oranı alt kriterinin tedarikçilere göre elde edilen ağırlıkları.....	46
22. Ödeme kolaylığı alt kriteri için tedarikçilerin ikili karşılaştırma matrisi.	46
23. Ödeme kolaylığı alt kriterinin tedarikçilere göre elde edilen ağırlıkları.	47
24. Zamanında teslim alt kriteri için tedarikçilerin ikili karşılaştırma matrisi.	47
25. Zamanında teslim alt kriterinin tedarikçilere göre elde edilen ağırlıkları.	48
26. Güvenilir teslim alt kriteri için tedarikçilerin ikili karşılaştırma matrisi.....	48
27. Güvenilir teslim alt kriterinin tedarikçilere göre elde edilen ağırlıkları.	49
28. Teslimat şekli alt kriteri için tedarikçilerin ikili karşılaştırma matrisi.	49
29. Teslimat şekli alt kriterinin tedarikçilere göre elde edilen ağırlıkları.	50
30. Ürün iptali alt kriteri için tedarikçilerin ikili karşılaştırma matrisi.	50

31.	Ürün iptali alt kriterinin tedarikçilere göre elde edilen ağırlıkları.....	51
32.	Uygun hammadde alt kriteri için tedarikçilerin ikili karşılaştırma matrisi.	51
33.	Uygun hammadde alt kriterinin tedarikçilere göre elde edilen ağırlıkları.....	51
34.	Hammaddenin kalitesi alt kriteri için tedarikçilerin ikili karşılaştırma matrisi.....	52
35.	Hammaddenin kalitesi alt kriterinin tedarikçilere göre elde edilen ağırlıkları.	52
36.	Esneklik alt kriteri için tedarikçilerin ikili karşılaştırma matrisi.	52
37.	Esneklik alt kriterinin tedarikçilere göre elde edilen ağırlıkları.	53
38.	İletişim alt kriteri için tedarikçilerin ikili karşılaştırma matrisi.....	53
39.	İletişim alt kriterinin tedarikçilere göre elde edilen ağırlıkları.	54
40.	Hızlı cevap verebilme alt kriteri için tedarikçilerin ikili karşılaştırma matrisi.....	54
41.	Hızlı cevap verebilme alt kriterinin tedarikçilere göre elde edilen ağırlıkları.....	55
42.	Fiyat kriterine göre elde edilen ağırlıklar.	55
43.	Teslimat kriterine göre elde edilen ağırlıklar.	55
44.	Hammadde kriterine göre elde edilen ağırlıklar.	56
45.	Hizmet kriterine göre elde edilen ağırlıklar.....	56
46.	Tedarikçinin belirlenmesine yönelik ağırlıklar.....	57
47.	Yeni ana kriterin en kötü olması durumuna göre oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi.....	58
48.	Yeni ana kriterin en iyi olması durumuna göre oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi	59
49.	Yeni bir ana kriterin eklenmesi ile oluşan önem derecelerinin değişim aralığı.	60

EKLER DİZİNİ

Ek	Sayfa
No	No
Ek A: Örnek anket	71
Ek B: Kriter tanıtımının yapıldığı ekran	76
Ek C: Değerlerin girildiği ekran	76
Ek D: Ağırlıkların gösterildiği ekran	77



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

$M=(l, m, u)$: (alt-orta-üst) parametreleri ile ifade edilen üçgensel bulanık sayı
M_{ij}^{k}	: k kriterine göre i alternatifinin j alternatifine göre önem ağırlığını gösteren üçgensel bulanık sayı
S_i	: i. amacın sentez değeri
Σ, Π	: toplam, çarpım
\forall	: her
W'	: ağırlıklar vektörü
W	: normalize edilmiş ağırlıklar vektörü
\bar{A}	: tümleyen
d	: sentetik derece değeri
μ	: bulanık kümenin üyelik işlevi

KISALTMALAR

AHP	: Analitik Hiyerarşi Prosesi
BAHP	: Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme
KDS	: Karar Destek Sistemleri
F	: fiyat
T	: teslimat
H	: hammadde
HT	: hizmet
UF	: uygun fiyat
İO	: indirim oranı
ÖK	: ödeme kolaylığı
ZT	: zamanında teslim

GT	: güvenilir teslim
TŞ	: teslim şekli
Üİ	: ürün iptali
UH	: uygun hammadde
HK	: hammaddenin kalitesi
E	: esneklik
İ	: iletişim
HCV	: hızlı cevap verebilme
YK	: yeni kriter



BÖLÜM I

GİRİŞ

Günümüzde hızla değişen rekabet ortamında, işletmeler varlıklarını sürdürebilmeleri ve müşteri isteklerine doğru, zamanında, hızlı bir şekilde cevap verebilmeleri için yeni çözüm yolları aramaktadırlar. En uygun tedarikçi veya tedarikçilerin seçilmesi, tedarik zinciri yönetimi içerisindeki temel problemlerden biri olmaktadır (Özdemir, 2007). Tedarikçi seçimi problemi, seçimi yapmak için nelerin gerekli olduğunu belirlemek, gereken kriterleri tanımlamak ve ortaya çıkan verileri sınıflandırarak en uygun olan tedarikçinin seçimiyle son bulur (Keçeci, 2006).

Tedarikçi seçimi problemlerinde, çok kriterli karar verme yaklaşımı nitel veya nicel özellik gösteren problem faktörlerini içermektedir (Güneri, Yücel ve Ayyıldız, 2009). En iyi alternatifin seçiminde kullanılan Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden biri de Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)'dir. Bu yöntem Saaty (1980) tarafından geliştirilmiştir. AHP yöntemi, bir problemi çözerken amaç, ana kriterler, alt kriterler ve alternatifleri bir hiyerarşik yapıya yerleştirerek ikili karşılaştırmalar yapar. Yapılan karşılaştırmalar sonucunda önceliklerin belirlenmesini sağlar. Bu yöntem, bulanık mantık ile birleştirilerek Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (BAHP) yönteminin ortaya çıkmasını sağlamıştır.

Bu çalışmada, alternatif tedarikçiler dört ana kriter ve on iki alt kriter altında BAHP yöntemi ile değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmedeki amaç, BAHP yöntemini kullanarak işletme için en uygun olan tedarikçinin belirlenmesidir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda en uygun tedarikçinin seçimi ile tedarikçiler arasında önem sıralaması yapılmıştır.

Bu çalışmada, giriş bölümünden sonra AHP yöntemi açıklanmıştır. İkinci bölümde Bulanık Mantık ve BAHP yöntemi, üçüncü bölümde ise tedarikçi seçimi, dördüncü bölümde materyal ve yöntem belirtilmiştir. Beşinci bölümde literatür özeti verilmiştir. Altıncı bölümde geliştirilen bilgisayar programından bahsedilmiş, manuel hesaplamalar yapılmış, duyarlılık analizine örnek uygulama yapılmış, elde edilen sonuçlar belirtilmiştir.



BÖLÜM II

ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ

AHP, 1970'lerde Profesör Thomas Saaty tarafından geliştirilmiştir (Gasimov, 2004). 1971 yılında ABD Savunma Bakanlığı'nda olasılık planlama problemlerinde kullanılmış, çeşitli alanlarda da uygulanmış ve 1973 yılında Sudan Ülkesi ulaşım projesinde kullanılmış ve tam olarak gelişimini 1974-1978 yıllarında tamamlamıştır (Ayyıldız, 2003: 110).

AHP karar alma aşamasında, karar vericiye veya grubun önceliklerini de dikkate alan, nitel ve nicel değişkenleri bir arada değerlendiren matematiksel bir yöntemdir (Dağdeviren, Akay ve Kurt, 2004).

AHP, çok sayıda alternatif arasında seçim ya da sıralama yaparken, çok sayıda karar vericinin olduğu, çok kriterli, belirlilik, belirsizlik ya da riskli durumda karar vermede kullanılır (Yılmaz, 2000: 13).

AHP, ÇKKV problemlerinde kullanılan yöntemlerden olup karar vericiye veya karar vericilere seçim yapmaları için yardımcı olan ve anlaşılır bir şekilde problemlere uygulanabilen bir yöntemdir.

2.1 Analitik Hiyerarşi Prosesi Yönteminin Aşamaları

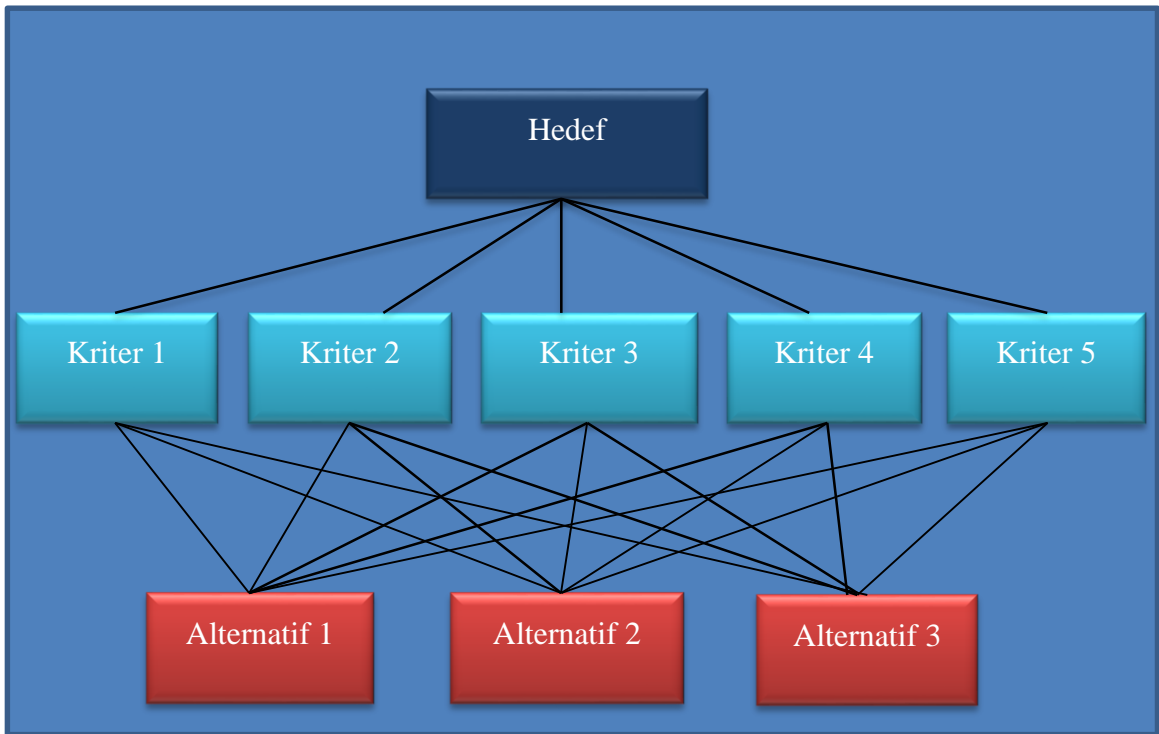
AHP yönteminin aşamaları, problemin belirlenmesi ve hiyerarşik yapının oluşturulması, ikili karşılaştırma matrisinin oluşturulması, önem ağırlıklarının belirlenmesi ve tutarlılık oranının hesaplanmasından oluşmaktadır.

2.1.1 Problemin Belirlenmesi ve Hiyerarşik Yapının Oluşturulması

AHP süreci öncelikle problemin belirlenerek bu problem doğrultusunda gerekli olan kriterlerin oluşturulması ile başlar. Daha sonra bu oluşturulan kriterlerin de varsa alt kriterleri oluşturulur. Oluşturulan kriterlerden sonra iletişimde bulunulabilecek alternatifler belirlenir. Bu durumda hiyerarşik yapı oluşturulmuş olur.

Hiyerarşinin kurulmasında hiyerarşinin seviye sayısı, problemin karmaşıklığına bağlıdır (Kuruüzüm ve Atsan, 2001). Hiyerarşinin amacı, üst seviyede yer alan kriterlerin alt seviyede yer alan kriterlerin üzerinde oluşturduğu etkiyi tahmin etmektir. Hiyerarşik yapının oluşturulmasında dikkat edilmesi gereken hususlar (Saaty, 1990):

- Problemi en iyi şekilde temsil etmelidir.
- Problemi etkileyen tüm yan faktörler göz önüne alınmalıdır.
- Çözüm için gerekli olabilecek tüm yayın ve belgeler dikkate alınmalıdır.
- Problemden yer alacak katılımcılar belirlenmelidir.



Şekil 1: AHP modelinin hiyerarşi yapısı (Saaty ve Vargas, 2001).

AHP modelinin hedef, kriterler ve alternatiflerden oluşan hiyerarşi yapısı Şekil 1’de gösterilmiştir.

2.1.2 İkili Karşılaştırma Matrisinin Oluşturulması

Ana kriterler ve alt kriterler ikili karşılaştırma matrisleri oluşturularak karşılaştırılır. Daha sonra her bir kriter için alternatifler karşılaştırılır.

2.1.3.Önem Ağırlıklarının Belirlenmesi

İkili karşılaştırmada, belirlenen kriterlerin önem ağırlıkları ve alternatiflerin her bir kriter için önemi belirlenir. İkili karşılaştırma değerleri $n \times n$ boyutunda bir matriste yer alır ve bu matrise ikili karşılaştırmalar matrisi (reciprocal matrix) denir (Vargas, 1990).

Tablo 1: Kriterler için ikili karşılaştırmalar matrisinin elde edilmesi.

	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3
Kriter 1	w_1/w_1	w_1/w_2	w_1/w_n
Kriter 2	w_2/w_1	w_2/w_2	w_2/w_n
Kriter 3	w_n/w_1	w_n/w_2	w_n/w_n

Hiyerarşinin içerdiği kriter sayısı n olmak üzere toplam $n(n-1)/2$ adet ikili karşılaştırma yapılacaktır. İkili karşılaştırmalar matrisinde w_i/w_j değerleri bulunur. w_i/w_j ifadesi; i . Kriterin j . kriterden ne kadar daha önemli olduğunu ifade eder. Sübjektif değerlendirmelerde, Tablo 3’de verilen değerler kullanılarak ikili karşılaştırmalar matrisi elde edilir (Günden ve Miran, 2008). Örnek olarak, uygulamada sübjektif bir değerlendirme yapılacak ise bir diğer ifade ile birinci kriter ikinci kriterden orta derecede önemli ise $w_1/w_2=3$ olur. Objektif bir değerlendirmede birinci kriterin değeri 30 birim, ikinci kriterin değeri 6 birim ise w_1 ’in w_2 ’ye göre önemi $w_1 / w_2=5$ olur. Birinci kriterin ikinci kriterden 5 kat daha önemli olduğunu ifade etmektedir.

Tablo 2: (devam ediyor) AHP’de kullanılan ikili karşılaştırma ölçeği (Saaty, 1980: 54).

Önem Derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit derece	İki faktör amaca göre eşit öneme sahiptir.
3	Orta derece	Tecrübe ve yorumlara göre ilk faktör diğerine göre orta derecede daha önemlidir.
5	Kuvvetli derece	Tecrübe ve yorumlara göre ilk faktör diğerine göre kuvvetli derecede daha önemlidir.
7	Çok Kuvvetli Derece	Tecrübe ve yorumlara göre ilk faktör diğerine göre çok kuvvetli derecede daha önemlidir.
9	Aşırı Derece	Kanıtlar ilk faktörün diğerine göre mümkün olan en fazla öneme sahip olduğunu göstermektedir.

2-4-6-8	Ara Değerler	Uzlaşma gerektiğinde kullanılmak üzere yukarıda listelenen yargılar arasına düşen değerler
---------	--------------	--

Karşılaştırılan her kriterin, önceliğinin (görelî öneminin) hesaplanmasına sentezleme denilmektedir (Günden ve Miran, 2008). Sentezleme yapabilmek için yeni bir matris oluşturulur. Bu matris, karşılaştırma matrisinin i. sütununun her elemanının bu sütunun tüm elemanlarının toplamına bölünmesi ile oluşturulur. Oluşturulan yeni matriste, sütun elemanlarının toplamı 1'e eşittir ve bu matris norm matristir. Her bir satırının aritmetik ortalaması alınır, sütun ağırlık vektörü w_i hesaplanır. Son olarak tutarlılığa bakılır ve işlemler tamamlanır.

2.1.4 Tutarlılık Oranının Hesaplanması

Tutarlılık, ikili karşılaştırmalar sonucunda bulunan değerlerin birbiriyle olan mantıksal ve matematiksel ilişkisi olarak tanımlanabilir (Göksu ve Güngör, 2008). Tutarlılık için karşılaştırma matrisinin, en büyük öz değerinin (λ_{max}) matris boyutuna (n) eşit olması gerekmektedir. Son olarak tutarlılık göstergesinin ve tutarlılık oranının bulunması gerekmektedir. Bunun için 1 ve 2 numaralı formüller kullanılmaktadır (Saaty ve Özdemir, 2003).

$$\text{Tutarlılık Göstergesi} = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (1)$$

$$\text{Tutarlılık Oranı} = \frac{\text{Tutarlılık Göstergesi}}{\text{Tesadüfilik Göstergesi}} \quad (2)$$

En çok 15 boyutlu matrisler için tesadüfilik göstergesi hesaplanmaktadır. Kriter sayısının çok olması kriterlerin tümü birlikte değerlendirildiklerinde tutarlı sonuç elde etme ihtimalini azaltmaktadır (Güngör ve İşler, 2005). Eğer tutarlılık oranı $< 0,1$ ise matrisin tutarlı olduğu kabul edilmektedir (Çınar, 2004: 121). Büyük çıkması durumunda ikili karşılaştırma değerleri tekrar gözden geçirilerek hesaplamalar yapılır ve tutarlı sonuç elde edilinceye kadar işlemlere devam edilir.

Tablo 3: Tesadüfilik göstergesi (Saaty, 1990).

Matris boyutu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Tesadüfilik göstergesi	0,0	0,0	0,5	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	1,4	1,5	1,5	1,5

2.2 Analitik Hiyerarşi Prosesinin Avantajları ve Dezavantajları

AHP yönteminin karar vericilere sağladığı birçok avantaj vardır. Bu avantajlar şu şekilde sıralanabilir (Narasimhan, 1983):

- Karar verecek olan kişinin amacına uygun yapacak tercihlerini doğru bir şekilde yapmasını sağlar. Uygulaması kolay bir yöntemdir.
- Bilgisayar kullanımının yaygınlaşması ile sonuçlara göre duyarlılık analizinin yapılmasını sağlar.
- Yöneticiler arasındaki iletişimi olumlu yönde etkiler ve karar veren kişiler arasında uzlaşmayı sağlar. Yöneticiler verilmiş olan kararı daha rahat bir şekilde benimser ve uygulamalarını kolaylaştırır.
- Çok karmaşık olan problemleri bile basitleştirebilen bir yapıya sahiptir.
- Bir karar probleminde sübjektif, objektif, nicel, nitel düşünce ve bilgileri karar sürecine dahil edebilir.
- Karar vericinin vermiş olduğu kararın tutarlılık derecesini ölçebilir.

Bu avantajların yanında AHP'nin dezavantajları da bulunmaktadır:

- AHP sonuca ilişkin olabilecek belirsizlikleri dikkate almamaktadır ve bu durum verilecek kararı önemli derecede etkilemektedir (Chen, 1996).
- AHP yönteminde karar veren kişilerin karar üzerinde önemli rolleri vardır. Karar vericiler yanlış değerlendirme yaptıklarında verecekleri karar da yanlış olacaktır. Bu durumda seçeneklerinin sıralanması her zaman doğru olmayacağı anlamına gelmektedir (Cheng, 1996).
- AHP' de kurulan hiyerarşinin seviye sayısı ve karşılaştırılacak kriterlerin sayısı arttıkça problem çok daha karmaşık hale gelmektedir. Bu durumda uygulama zor bir hale gelmekte ve zaman kaybına sebep olmaktadır.

AHP'nin bu şekilde ve buna benzer dezavantajları olduğu için tek başına yeterli olamamaktadır. Bu nedenle bulanık mantık ile birleştirilerek BAHP yöntemi geliştirilmiştir. Bu çalışmada, BAHP anlatılmış ve uygulama yapılmıştır.

BÖLÜM III

BULANIK MANTIK VE BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ

3.1 Bulanık Mantık

Bulanık mantık; temelleri, Aristo mantığına dayanan ikili mantık sistemine karşı geliştirilen ve üzerinde durulan olaylara üyelik dereceleri atayarak olayların hangi olaylarla gerçekleştiğini belirlemeye çalışan bir çoklu mantık sistemidir (Görgülü, 2007: 1).

Bulanıklık dendiğinde akla ilk gelen şey belirsizliktir. Bulanıklık, bilimsel olarak da belirsiz olanı ifade etmektedir. Belirsizlikler ve karmaşıklıklar arttıkça çözüm arayışları da artış göstermektedir. 1965 yılında Azerbaycanlı Prof. Lotfi. A. Zadeh bu belirsizliği ifade etmek için “Information and Control” dergisinde yayınlanan “Bulanık Kümeler” adlı makalesi ile ortaya atmıştır (Zadeh, 1965).

Bulanık mantık ilk olarak 1973 yılında, Londra’daki Queen Mary College’de Prof. H. Mamdani tarafından buhar makinesinde uygulanmıştır. Bulanık mantığı diğer mantık sistemlerinden ayıran en önemli özellik, sözel olarak ifade edilen değişkenlerin kullanılmasına imkân vermesidir (Li ve Yang, 2004).

Zimmerman (1978) yaptığı çalışmada, bulanık optimizasyonun temellerini oluşturarak çok amaçlı ve doğrusal üyelik fonksiyonlu bir bulanık optimizasyon problemine indirgenebileceğini kanıtlamıştır (Karadayı, 2007: 15). Ticari olarak 1980 yılında, Danimarka’ da bir çimento fabrikasının fırınına kontrol etmek amacıyla kullanılmıştır.

Başarılı uygulamaların ardından bulanık mantığa olan ilgi artmış, uluslararası bir çalışma ortamı oluşturabilmek amacıyla 1989 yılında aralarında SGS, Thomson, Omron, Hitachi, NCR, Toshiba ve Matsuhita gibi dünya devlerinin de bulunduğu 51 firma tarafından LIFE (Laboratory for Interchange Fuzzy Engineering) laboratuvarları kurulmuştur (Günel, 1997). Buckley (2005) yaptığı çalışma ile bulanık mantık teorisi ve bulanık küme üzerinde durmuş bu konuları ayrıntılı olarak incelemiştir (Buckley, 2005).

Nasiboğlu (2009) yaptığı çalışmasında, yeni algoritmalar oluşturmuş, özellikleri incelemiş ve parametrelerinin değişik veri yapılarına karşı daha dayanıklı gerçekçi sonuçlar verdiğini belirlemiştir (Nasiboğlu, 2009).

Bulanık mantığın en geçerli olduğu durumlardan ilki, incelenen olayın çok karmaşık olmasıyla ilgili yeterli bilginin bulunmaması durumunda kişilerin görüş ve yargılarına yer verilmesi, ikincisi ise insan kavrayış ve yargısına gerek duyan hallerdir (Karakışoğlu, 2008).

Bulanık mantığın genel özellikleri (Baykan ve Beyan, 2004):

- Bulanık mantıkta kesin değerler yoktur, yaklaşık değerlere dayanan düşünme kullanılır.
- Bulanık mantıkta her şey $[0, 1]$ aralığında belirli bir derece ile gösterilir.
- Bulanık mantıkta bilgi büyük, küçük, çok az gibi sözel ifadeler şeklindedir.
- Bulanık çıkarım işlemi sözel ifadeler arasında tanımlanan kurallar ile yapılır.
- Her mantıksal sistem bulanık olarak ifade edilebilir.
- Bulanık mantık matematiksel modeli çok zor elde edilen sistemler için çok uygundur.

Klasik mantık ile bulanık mantık arasındaki temel farklılıklar Tablo 4’de gösterilmiştir:

Tablo 4: Klasik mantık ile bulanık mantık arasındaki temel farklılıklar (Dinçer, 2009).

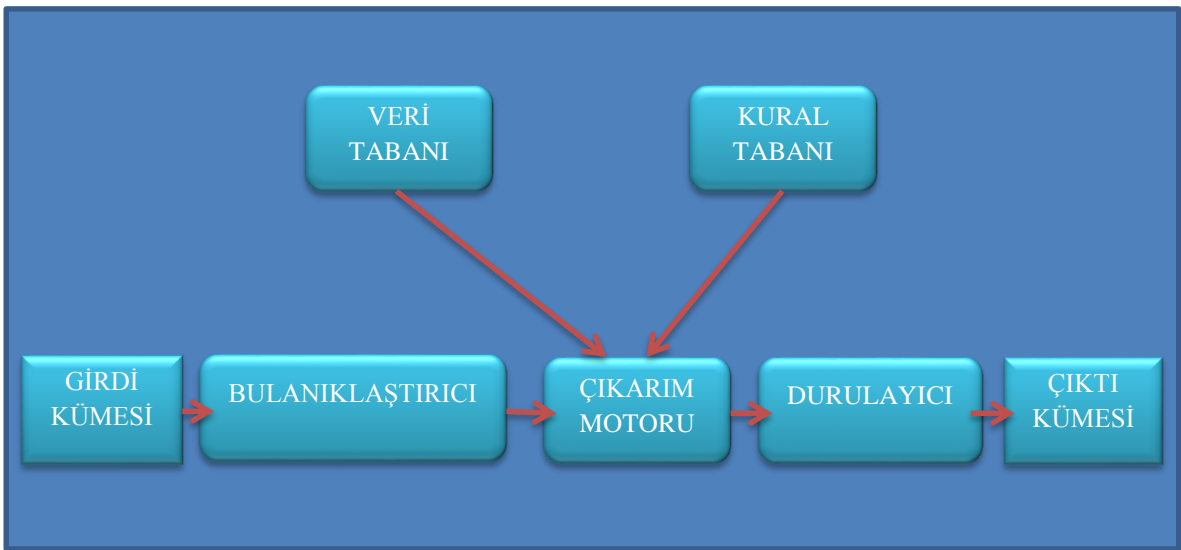
Klasik Mantık	Bulanık Mantık
A <u>veya</u> B değil	A <u>ve</u> A değil
Kesin	Kısmi
Hepsi veya hiçbiri	Belirli derecelerde
0 veya 1	0 ve 1 arasında süreklilik
İkili birimler	Bulanık birimler

Günümüzde bulanık mantık başta elektronik eşya, sanayi, robot sanayi, fizyoloji, tıp, ekonomi, biyoloji, istatistik, matematik vb. birçok alanda kontrol mekanizmaları ve Karar Destek Sistemlerinin (KDS) oluşturulması, verilerin sınıflandırılması ve modelleme gibi farklı amaçlar doğrultusunda kullanılmaktadır (Halavatı ve Shourakı, 2005).

Bulanık mantık özellikle elektronik aletlerin ana yapılarını oluşturan transistör veya algoritmalar gibi anahtarlama araçlarında yoğun olarak uygulanmaktadır (Çağman, 2006).

3.1.1 Bulanık Mantık Yapısı

Bulanık mantık bilgiye, deneyime dayanır ve sözel kurallarla gerçekleştirilir. Örnek olarak; bir uzman, sistem için gerekli kontrol davranışlarını “küçük”, “hızlı”, “yavaş” gibi sözel terimlerle tanımlayacak olursa, “EĞER-ÖYLEYSE” (IF-THEN) komutlarıyla oluşturulacak kurallarda sözel terimler kullanılarak elde edilecektir (Şenol, 2000).



Şekil 2: Bulanık mantık yapısı (Yılmaz, 2006).

Şekil 2 incelendiğinde ilk olarak, bulanıklaştırıcı prosesinde girilen değişkenler ölçülür, değişkenler üzerinde ölçek değişikliği yapılır ve bulanık kümeler oluşturulur. Daha sonra çıkarım motorunda girilen değişkenler ile daha önce oluşturulan bulanık mantık kuralları işlenir ve bulanık çıktılar meydana gelir. Çıkarım motoru için gerekli olan veriler, veri tabanından alınır. IF-THEN ile oluşturulan kurallar, kural tabanında tutulur ve çıkarım motoru gerektiğinde kuralları buradan alır. Durulaştırma prosesi ise, çıkarım motorundan gönderilen bilgileri kesin sayılara dönüştürür.

Bulanıklaştırma aşamasında çok sayıda üyelik fonksiyonu olmakla birlikte pratikte en yaygın olarak kullanılanlar üçgen, yamuk ve gaussian fonksiyonlarıdır (Baykal ve Beyan, 2004; Nababan vd., 2004).

3.1.2 Bulanık Küme

Bulanık küme teorisi kısmi üyeliğe izin vererek, klasik küme teorisini genişletir ve küme üyeliği için $[0, 1]$ aralığındaki herhangi bir değeri kabul eder (Özkan, 2003: 126). Bulanık kümeler kesin sınırlar çizmez. Klasik mantığa göre daha esnektir ve sözel ifadelerle yer verir. İnsan sözel düşünebildiğine ve bildiklerinin başkalarına sözel ifadelerle aktarabildiğine göre bu ifadelerin kesin olması beklenemez (Şen, 2004).

Bulanık küme, belirsizliği sayısal ifadelerle çevirebilir. Klasik küme bir elemanın bir kümeye aitliğini kesin olarak ifade etmektedir. Örnek olarak; bir elemanı bir kümeye ait ise 1 olarak, ait değil ise 0 olarak kabul etmektedir. Karar alırken iyi-kötü, güzel-çirkin, sıcak-soğuk, kısa-uzun, hızlı-yavaş, büyük-küçük, siyah-beyaz gibi yönlü kararlar alır. Buna karşılık olarak bulanık küme az iyi-az kötü, az güzel-az çirkin, ılık-serin, biraz kısa- biraz uzun gibi üyelik dereceleri atayarak olayları gerçeğe yakın tanımlamayı ve gerçek dünyayı daha iyi temsil eden sistemler oluşturmayı başarmıştır (Karanfil, 1997: 59).

3.1.3 Bulanık Kümelerde İşlemler

Bulanık kümelerde yapılan işlemler klasik kümelerde yapılan işlemlere benzemektedir. L. A. Zadeh, kesişim işlemi için minimum işlemciyi, birleşim için maksimum işlemciyi ortaya koymuştur (Zadeh, 1965).

3.1.3.1 Kesişim İşlemi

Bulanık kümelerin ortak elemanlarının üyelik derecelerinin büyüklüğüne bakılır ve buna göre kesişim noktaları ve bu noktalardaki üyelik derecelerine bakılır. Bu üyelik derecelerinde en küçük olanları alınır. A ve B iki bulanık küme olmak üzere:

$$A \cap B = \{\forall x \in E \mid \min(\mu_A(x), \mu_B(x))\} \quad (3)$$

şeklinde gösterilir (Zadeh, 1965; Shimoda, 2002).

Üyelik fonksiyonu:

$$\mu_{A \cap B}(x) = \{\forall x \in E \mid \min(\mu_A(x), \mu_B(x))\} \quad (4)$$

şeklinde tanımlanır.

3.1.3.2 Birleşim İşlemi

Her iki kümede en büyük üyelik derecesi olan elemanlar bu kümeyi oluşturmaktadır.

$$A \cup B = \{\forall x \in E \mid \max(\mu_A(x), \mu_B(x))\} \quad (5)$$

şeklinde gösterilir (Zadeh, 1965; Dualibe, Verleysen ve Jespers, 2003).

Üyelik fonksiyonu:

$$\mu_{A \cup B}(x) = \{\forall x \in E \mid \max(\mu_A(x), \mu_B(x))\} \quad (6)$$

şeklinde tanımlanır.

3.1.3.3 Tümlenim İşlemi

A bulanık kümesi ile temsil edilen kavramların değillenmesi olan kavramı temsil eder. Örnek olarak, A kümesi çalışan olan öğrencilerin kümesi ise, A kümesinin tümlenimi çalışan olmayan öğrencilerin kümesidir.

$$\bar{A} = \{\forall x \in E \mid \mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x)\} \quad (7)$$

şeklinde gösterilir (Zadeh, 1965).

3.1.3.4 Alt Küme Bulma İşlemi

Evensel kümede bulunan elemanların her birinin A bulanık kümesindeki üyelik dereceleri B kümesindeki üyelik derecelerine eşit ya da küçükse A, B'nin alt kümesidir denir (Görgülü, 2007: 29).

$$A \subset B = \{\forall x \in E \mid \mu_A(x) \leq \mu_B(x)\} \quad (8)$$

şeklinde gösterilir.

3.1.4 Bulanık Kümelerdeki Kavramlar

Bu kavramlardan bulanık kümenin desteği, bulanık kümenin alfa kesiti ve bulanık kümenin büyüklüğünden bahsedilecektir.

3.1.4.1 Bir Bulanık Kümenin Desteği

Üyelik dereceleri 0'dan büyük olan tüm elemanları bulduran bir klasik kümedir ve matematiksel gösterimi:

$$\text{Dest } A = \{x \in E \mid \mu_A(x) > 0\} \quad (9)$$

şeklinde gösterilir (Klir ve Yuan, 1995).

3.1.4.2 Bir Bulanık Kümenin Alfa(α) Kesiti

Üyelikleri α 'ya eşit ya da daha büyük olan elemanların oluşturduğu kümedir.

$$A_\alpha = \{x \in E \mid \mu_A(x) \geq \alpha\} \quad (10)$$

şeklinde gösterilir. α değeri kişilerin isteğine bağlı olarak seçilebilir. Eşitlikte \geq yerine $>$ kullanılırsa, diğer ifade ile kesit kümesi α 'ya eşit veya büyük üyelik derecesine sahip olan elemanlar değil de sadece büyük olan elemanlardan oluşturuluyorsa bu kesite güçlü α kesit kümesi denir (Baykal ve Beyan, 2004; Buckley, 2005).

3.1.4.3 Bulanık Kümenin Büyüklüğü

Bulanık kümenin büyüklüğü iki şekilde ifade edilmektedir. Birincisi sayısal büyüklük olup, bulanık kümenin sayısal değerini ortaya koyan o bulanık kümede bulunan elemanlara ait olan üyelik derecelerinin toplamıdır.

$$|A| = \sum_{x \in E} \mu_A(x) \quad (11)$$

şeklinde gösterilir ve evrensel kümenin büyüklüğü eleman sayısına eşittir (Klir ve Folger, 1988). İkincisi bağıl büyüklük olup bulanık küme büyüklüğünün evrensel küme büyüklüğüne oranıdır (Baykal ve Beyan, 2004).

3.1.5 Bulanık Sayılar

Bulanık sayılar; dışbükey, normalleştirilmiş, sınırlı-sürekli üyelik fonksiyonu olan ve gerçel sayılarda tanımlanmış bir bulanık küme olarak ifade edilir (Baykal ve Beyan, 2004). Bulanık

sayılar, basit tanımıyla gerçek bir kümenin alt kümesi olan bulanık bir küme olarak tanımlanır (Göğüş, 1997: 349).

Uygulamalarda genellikle yamuk ve üçgensel bulanık sayılar kullanılmaktadır. Bu çalışmada üçgensel bulanık sayılar kullanıldığı için sadece üçgensel bulanık sayılar ve bu sayılarla yapılan temel işlemler anlatılacaktır.

Üçgensel bulanık sayı (c_1, c_2, c_3) şeklinde; c_1 alt değer, c_2 orta değer, c_3 üst değeri göstermek üzere üç parametreden oluşmaktadır.

$\tilde{A}=(a_1, a_2, a_3)$ ve $\tilde{B}=(b_1, b_2, b_3)$ iki üçgensel bulanık sayılardır ve k sabit bir gerçek sayıdır. Buna göre bu iki üçgensel bulanık sayılar üzerinde temel işlemler aşağıdaki gibi gösterilebilir:

a) Çıkarma işlemi aşağıda gösterilmiştir:

$$\tilde{A} - \tilde{B} = (a_1, a_2, a_3) - (b_1, b_2, b_3) = (a_1 - b_1, a_2 - b_2, a_3 - b_3) \quad (12)$$

$$k - (a_1, a_2, a_3) = (k - a_1, k - a_2, k - a_3) \quad (13)$$

b) Toplama işlemi aşağıda gösterilmiştir:

$$\tilde{A} + \tilde{B} = (a_1, a_2, a_3) + (b_1, b_2, b_3) = (a_1 + b_1, a_2 + b_2, a_3 + b_3) \quad (14)$$

$$k + (a_1, a_2, a_3) = (k + a_1, k + a_2, k + a_3) \quad (15)$$

c) Çarpma işlemi aşağıda gösterilmiştir:

$$\tilde{A} \times \tilde{B} = (a_1, a_2, a_3) \times (b_1, b_2, b_3) = (a_1 \times b_1, a_2 \times b_2, a_3 \times b_3) \quad (16)$$

$$k \times (a_1, a_2, a_3) = (ka_1, ka_2, ka_3) \quad (17)$$

d) Bölme işlemi aşağıda gösterilmiştir:

$$\tilde{A} / \tilde{B} = (a_1, a_2, a_3) / (b_1, b_2, b_3) = (a_1 / b_1, a_2 / b_2, a_3 / b_3) \quad (18)$$

$$k / (a_1, a_2, a_3) = (k/a_1, k/a_2, k/a_3) \quad (19)$$

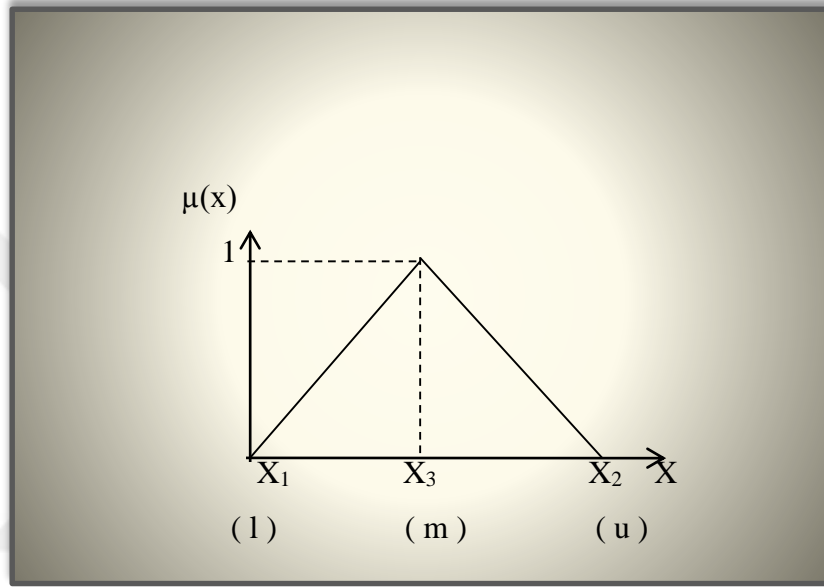
3.1.6 Üyelik Fonksiyonları

Bulanık kümeler $\mu_{\tilde{A}}(x)$ üyelik fonksiyonu ile temsil edilir. $\mu_{\tilde{A}}(x)$, üyelik fonksiyonundaki bir x noktasının \tilde{A} bulanık kümesindeki üyelik derecesidir. $\mu_{\tilde{A}}(x) = 1$ konumunu, x 'in \tilde{A} bulanık kümesinin kesin bir elemanı olduğunu tanımlamaktadır. Benzer şekilde $\mu_{\tilde{A}}(x) = 0$, x 'in \tilde{A} bulanık kümesi dışında olduğunu göstermektedir. $0 < \mu_{\tilde{A}}(x) < 1$ arasındaki her değer,

x 'in A bulanık kümesindeki üyeliğinin belirsiz değerleridir. Bu nedenle kesin olmayan büyüklükler üyelik fonksiyonları tarafından belirtilmiş bulanık kümelerle temsil edilir (Baba, 1995).

3.1.6.1 Üçgen Üyelik Fonksiyonu

Üçgen üyelik fonksiyonunu şekil üzerinde göstermek üzere:



Şekil 3: Üçgen üyelik fonksiyonu (Kıyak, 2003).

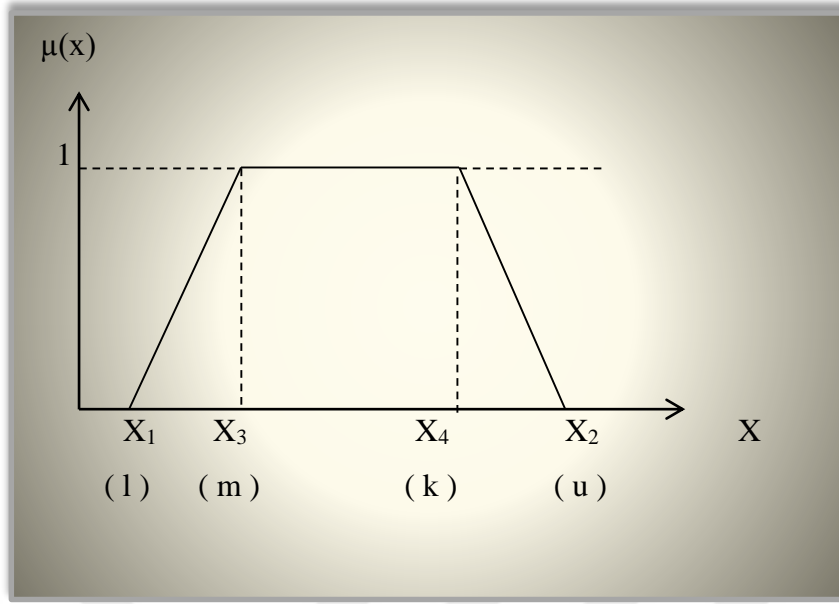
Şekil 3'de $(X_1, 0)$ başlangıç noktası, $(X_3, 1)$ tepe noktası, $(X_2, 0)$ bitiş noktası olarak tanımlanmaktadır. Üçgensel bulanık sayılar (l, m, u) gibi üç parametre ile gösterilir. l , en küçük olası değeri; m , en olası değeri; u , en büyük olası değeri göstermektedir (Öz ve Baykoç, 2004).

Matematiksel formülü ise aşağıda gösterilmiştir:

$$\mu(x) = \text{Max} \left\{ \min \left[\frac{x-x_1}{x_3-x_1}, \frac{x_2-x_1}{x_2-x_3}, 0 \right] \right\} \quad (20)$$

3.1.6.2 Yamuk Üyelik Fonksiyonu

Yamuk üyelik fonksiyonunu şekil üzerinde göstermek üzere:



Şekil 4: Yamuk üyelik fonksiyonu (Kıyak, 2003).

Şekil 4’de $(X_1, 0)$ başlangıç noktası, $(X_3, 1)$ ile $(X_4, 1)$ arası tepe doğrusu, $(X_2, 0)$ bitiş noktası olarak tanımlanmaktadır. l ve u bulanık küme desteğinin alt ve üst sınır değerini, m ve k tam üyelikli sayılar kümesinin sınırlarını göstermektedir.

3.2 Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi

AHP, uzman kişilerden alınan bilgileri ele alır fakat insan düşüncesini tam olarak yansıtamamaktadır. Bu nedenle bazı durumlarda tek başına yeterli olamadığı için bulanık mantık ile birleştirilerek BAHP ortaya çıkarılmıştır. AHP’de net değerler kullanılır fakat buna karşılık olarak BAHP’de ise kıyaslama oranları, bir değer aralığında verilmektedir (Ertuğrul, 2007). Birçok BAHP uygulamaları yapılmıştır. Araştırmacılar, bulanık kümelerden ve hiyerarşik yapıdan yararlanarak çok kriterli ortamda en ideal seçeneği belirlemeye ya da seçenekleri sıralamaya yönelik çeşitli yöntemler uygulamışlardır. BAHP’ye ilişkin ilk çalışma üçgen bulanık sayılar kullanılarak, bulanık oranları kıyaslayan Laarhoven ve Pedrycz (1983) tarafından yapılmıştır. Ardından Buckley (1985), yamuk bulanık sayıları kullanarak bir model geliştirmiştir. Chang (1996), BAHP’nin ikili karşılaştırma ölçeği için üçgen bulanık sayıları ve ikili karşılaştırmaların yapay mertebe değerleri için mertebe analizi yöntemini kullanarak BAHP’nin ele alınmasında yeni bir yaklaşım ortaya koymuştur (Kaptanoğlu ve Özok, 2006). Bunların yanında web sitesinin kalitesini değerlendirmede (Lin, 2010), tıbbi karar destek sistemlerinin seçiminde (Uzoka

vd., 2011), güzergah seçiminde, (Arslan ve Khirsty, 2006) daha birçok karar alma problemleri için uygulanmıştır. Bu çalışmada ise Genişletilmiş BAHP Yöntemi Algoritması kullanıldığı için bu algoritma üzerinden açıklama yapılacaktır.

3.2.1 Genişletilmiş Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi Algoritması

$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ ölçüt (nesne) kümesi, $U = \{u_1, u_2, \dots, u_m\}$ amaç (hedef) kümesi olmak üzere Chang'in (1996) yöntemine göre, her bir nesne bir amacı gerçekleştirmek üzere ele alınır. İkili karşılaştırma matrisi uygulanarak m tane genişletilmiş analiz değerleri elde edilir. $M^1_{g_i}, M^2_{g_i}, \dots, M^m_{g_i}$, $i = 1, 2, \dots, n$ (21)

şeklinde gösterilir. Burada verilen tüm $M^j_{g_i} (j = 1, 2, \dots, m)$ değerleri üçgensel bulanık sayıdır. Chang'in Genişletilmiş Analiz Yönteminin adımları aşağıda tek tek gösterilmiştir (Kahraman, Cebeci ve Ruan, 2004; Wang, Luo ve Hua, 2008; Ertuğrul ve Karakaşoğlu, 2006; Felix vd., 2007: 15).

Adım 1. Bulanık yapay büyüklük değeri, i . nesneye göre şöyle tanımlanır:

$$S_i = \sum_{j=1}^m M^j_{g_i} \otimes \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M^j_{g_i} \right]^{-1} \quad (22)$$

S_i = i . kriterin sentez değeri

$M^j_{g_i}$ = her bir kritere yönelik genişletilmiş değer

$$\sum_{j=1}^m M^j_{g_i} = \left(\sum_{j=1}^m l_j, \sum_{j=1}^m m_j, \sum_{j=1}^m u_j \right) \quad (23)$$

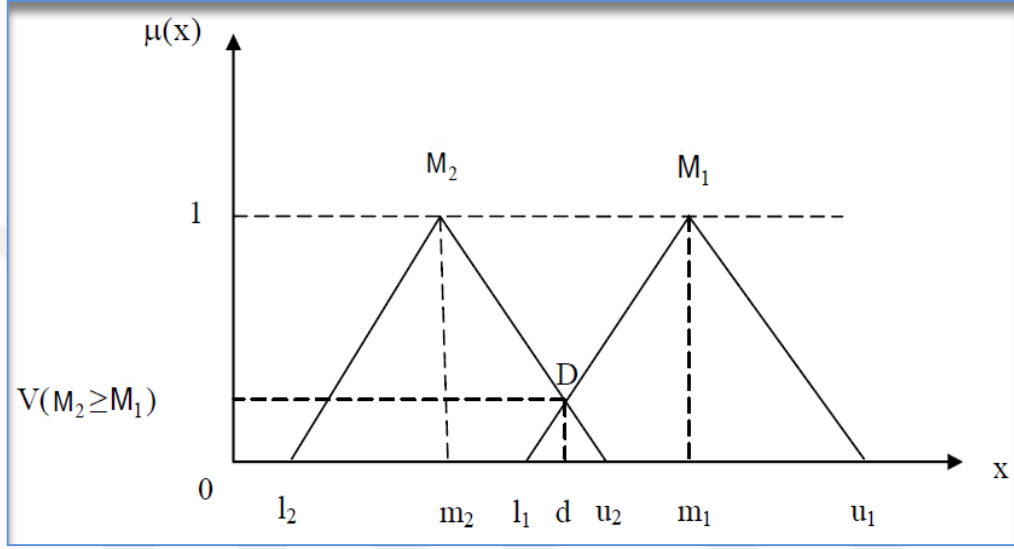
$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M^j_{g_i} \right]^{-1} = \left(\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_j}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_j}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_j} \right)$$

Adım 2. $M_1 = (l_1, m_1, u_1) \leq M_2 = (l_2, m_2, u_2)$ ifadesinin olabirlik değerleri (V) elde edilir.

$$V(M_2 \geq M_1) = \sup_{y \geq x} [\min(\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y))] \quad (24)$$

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

$$V(M_2 \geq M_1) = \text{hgt}(M_1 \cap M_2) = \mu_{M_2}(d) = \begin{cases} 1 & , m_2 \geq m_1 \\ 0 & , l_1 \geq u_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & , \text{diğer durumlarda} \end{cases} \quad (25)$$



Şekil 5: M_2 ve M_1 üçgen bulanık sayılarının kesişimi (Chang, 1996).

Şekil 5'de gösterilen $V(M_2 \geq M_1)$ ifadesi $M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ ve $M_2 = (l_2, m_2, u_2)$ üçgensel bulanık sayılarının kesişim noktasının ordinatıdır. Bir başka ifade ile üyelik fonksiyonunun değeridir. M_1 ve M_2 'yi karşılaştırmak için $V(M_2 \geq M_1)$ ve $V(M_1 \geq M_2)$ değerlerinin her ikisinin de bulunması gerekir.

Adım 3. Konveks bir bulanık sayının olasılık derecesinin k konveks sayıdan M_i ($i=1,2,\dots,k$) daha büyük olması şu şekilde tanımlanabilir:

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = V[(M \geq M_1), (M \geq M_2), \dots, (M \geq M_k)] = \min V(M \geq M_i), \quad i = 1, 2, \dots, k \quad (26)$$

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

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (27)$$

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

Adım 4. Formül 27'de verilen ağırlık vektörü normalize edildiğinde:

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T \quad (28)$$

Bulunan W ağırlık vektörü bulanık sayı özelliğini kaybeder.

3.2.2 Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesinde Kullanılan Ölçekler

Uygulanan yöntemle göre ölçek çeşitleri değişmektedir. Yaygın olarak kullanılan ölçek ise bulanık üçgensel sayılardan (Triangular Fuzzy Numbers-NFN) oluşan çizelge Tablo 5’de verilen ölçek olarak görülmektedir (Başlıgil, 2005; Kahraman, Cebeci ve Ruan, 2004; Felix vd., 2007: 20-25).

Tablo 5: Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi önem ölçeği (Felix vd., 2007: 20-25).

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)

BAHP’de yapılan bazı çalışmalarda, ara değerler de kullanılmaktadır. Ara değerler, cevap vericinin kararsız kaldığı durumlarda tercih edilmektedir. Tablo 6’da ara değerlerin bulunduğu Chang’in bulanık önem dereceleri verilmiştir.

Tablo 6: Chang’in bulanık önem dereceleri (Chang, 1996).

	Üçgensel bulanık sayı	Üçgensel bulanık sayının tersi
1	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
2	(1, 2, 3)	(1/3, 1/2, 1/1)
3	(2, 3, 4)	(1/4, 1/3, 1/2)
4	(3, 4, 5)	(1/5, 1/4, 1/3)
5	(4, 5, 6)	(1/6, 1/5, 1/4)
6	(5, 6, 7)	(1/7, 1/6, 1/5)
7	(6, 7, 8)	(1/8, 1/7, 1/6)
8	(7, 8, 9)	(1/9, 1/8, 1/7)
9	(8, 9, 9)	(1/9, 1/9, 1/8)

3.2.3 Tutarlılık Oranının Hesaplanması

Geçmişten günümüze kadar yapılan çalışmalarda BAHP’de tutarlılık oranı ile ilgili çok fazla bilgi bulunmamaktadır. Yapılan çoğu araştırmalarda tutarlılığın kontrol edilmediği görülmüştür. Chang’in önerdiği Genişletilmiş Analiz yönteminde tutarlılığın hesaplanması bazı durumlarda mümkün görülmemektedir. BAHP sonucunda toplam ağırlık vektöründe bazı kriterlerin ağırlıkları sıfır çıkmaktadır. Tutarlılık indeksi hesaplanırken, durulaştırılmış ikili karşılaştırma matrisi ile ağırlık vektörü çarpılıp, bulunan vektörün ağırlık vektörünün her bir elemanına tek tek bölünmesi gerekmektedir (Göksu ve Güngör, 2008). Ağırlık vektörünün elemanlarından bir tanesinin sıfır olması durumunda, sayının sıfıra bölünmesi tanımsızlık belirtmektedir. Bu nedenle bu çalışmada tutarlılık oranı hesaplanmamıştır.

3.2.4 Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Arasındaki Farklar

- AHP değerlendirmelerinde gerçek sayılar kullanılır. BAHP’de ise bulanık sayılar kullanılır. Sıcak, az sıcak, çok sıcak gibi ifadeler de yer alır. Böylece karar vericiler kriterleri daha gerçek bir şekilde değerlendirebilirler.
- Kriterlerin ve alternatiflerin fazla olduğu durumlarda AHP ile ikili karşılaştırma yapmak biraz daha zorlaşmaktadır. BAHP’de ise dilsel ifadeler kullanılarak bu sorun ortadan kalkmaktadır.
- AHP’de tutarlılık ölçülebilmekte fakat BAHP’de tutarlılığın ölçülmesi her zaman mümkün olmamaktadır.

BÖLÜM IV

TEDARİKÇİ SEÇİMİ

Tedarikçinin performansını maliyet, garanti, kalite, fiyat gibi birçok faktör etkilemektedir (Cedimoğlu ve Tunaacan, 2004). Tedarikçi seçimi, kendi aralarında çelişen sayılabilir faktörler ve sayılamayan faktörlerin dengelenmesini gerektiren ÇKKV problemidir (Akdeniz ve Turgutlu, 2007).

Tedarikçi seçimi, üretimde gerekli olan tüm malzemelerin ne zaman, ne kadar, nasıl bir şekilde ve kimden temin edileceğinin belirlenmesidir (Güner, 2005: 5).

Günümüzde satın alma bölümü, tedarikçi seçiminde önemli bir konuma sahip olmaktadır. Tedarikçi seçimi için gerekli kriterler işletmeden işletmeye değişiklik göstermektedir. Her işletme kendi ölçütlerine göre gerekli olan kriterleri belirlemekte ve bu kriterlere göre değerlendirme yaparak tedarikçisini seçmektedir.

Tedarikçi seçimi iki farklı yönden ele alınır. Bunlardan ilki işletmenin birlikte çalışacak olduğu tedarikçilerin sayısının belirlenmesi diğeri ise alternatif olarak belirlenmiş olan tedarikçiler arasından en uygun olan tedarikçinin seçilmesidir (Lyes, Hongwei ve Xiaolan, 2003). Bu çalışmada, alternatif olarak belirlenmiş olan tedarikçiler arasından en ideal olan tedarikçinin seçimi yapılmıştır.

4.1 Tedarikçi Seçim Süreci

Tedarikçi seçim süreci problemin tanımlanmasıyla başlar. Karar vermek için kriterlerin belirlenmesi, alternatif tedarikçilerin ön seçimi ve son seçimi olmak üzere dört aşamadan oluşur (Boer, Labro ve Morlacchi, 2001). Bu aşamalar:

4.1.1 Tedarikçi Seçimi İçin Problemin Tanımlanması

Rekabeti sağlamak, ayakta kalabilmek ve yaşam süresini uzun tutmak için birlikte çalışılacak tedarikçiler doğru bir şekilde seçilmelidir. Bu nedenle tedarikçi seçiminde, doğru

karar vermek önem taşımaktadır. Satın alma sürecinde hangi tedarikçinin ne kadar fayda sağlayacağı bu aşamada belirlenmelidir.

4.1.2 Tedarikçi Seçimi İçin Kriterlerin Belirlenmesi

Tedarikçi seçimi için oluşturulan kalite, teslimat, geçmiş performans, garanti politikası, tutum, hizmet vb. gibi birçok kriter bulunmaktadır. Bu alanda yapılan en kapsamlı çalışmalardan birisi 1966 yılında Dickson tarafından yapılan çalışmadır ve bu çalışmada 23 ölçüt belirlenmiş; performans geçmişi, kalite ve teslimat kriterlerini en önemli kriterler olarak ön plana çıkarmıştır (Türer vd., 2008).

Sonraki yıllarda geliştirilen yöntemler, tedarikçi değerlendirme ve seçim işlemi için fiyat ölçütünün tek başına yeterli olmadığını, bunun yanı sıra başka ölçütlerin de göz önüne alınması gerektiğini ortaya koymuşlardır (Türer vd., 2008).

4.1.3 Ön Değerlendirme

Bu aşamada tedarikçiler değerlendirilmeye tabi tutulur. Belirtilen kriterlere göre firmaya en fazla fayda sağlayabilecek tedarikçiler belirlenir.

4.1.4 Son Seçimin Yapılması

Son aşamada işletmenin tüm ihtiyaçlarına cevap verebilecek olan, istenilen her şeyi zamanında ve tam olarak sağlayan tedarikçi ya da tedarikçiler belirlenir. Bu nedenle, nicel ve nitel tüm ölçütler göz önüne alınarak en son tedarikçiler tanımlanır ve siparişlerin bu tedarikçiler arasında dağıtımı yapılır (Boer, Labro ve Morlacchi, 2001).

Tedarikçi seçim kararlarında dikkate alınması gereken en önemli hususlar (Öz ve Baykoç, 2004):

- İşletmeler, çoğu kez tedarikçilerine büyük yatırımlar yapmaktadır.
- Tedarikçilerden kaliteli materyal alınması önem taşımaktadır.
- Birçok ürünün temelini, satın alınan materyaller (hammadde ve malzemeler) oluşturmaktadır.

4.2 Tedarikçilerin Değerlendirilmesinde Kullanılan Modeller

Tedarikçilerin değerlendirilmesinde birçok yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemler (Özdemir, 2007: 41):

- Maliyet Tabanlı Modeller
- Matematiksel Programlama Modelleri
- İstatistiksel Modeller
- Yapay Zeka Modelleri ve Uzman Sistemler
- Doğrusal Ağırlıklandırma Modelleri
- Tümlleşik Modeller

4.2.1 Maliyet Tabanlı Modeller: Her bir kriterin maliyetinin toplam değer içerisindeki yüzdesini bulan ve tedarikçilere yönelik bir maliyet çıkararak yöntemdir (Paksoy, 2010). Tedarikçi seçiminde ve yapılacak karşılaştırmalarda maliyeti ele alan bir modeldir.

4.2.2 Matematiksel Programlama Modelleri: Kişisel karar vermeyi ortadan kaldıran modellerdir. Amaç fonksiyonu tek kriterli (klasik optimizasyon modeli) ya da çok kriterli (hedef programlama ya da çok amaçlı programlama) olabilir (Lee, Ha ve Kim, 2001).

4.2.3 İstatistiksel Modeller: Tedarikçi sayısının fazla olduğu durumlarda, karar verecek kişiye tedarikçileri analiz ederek sınıflandırma yapmayı sağlayan modellerdir. Tedarikçilere yönelik bazı verilerin kesin olmadığı veya olasılık tabanlı olduğu durumlarda teslimat zamanı, kalite ve talep miktarı gibi belirsizliklerin hesaplanabilmesi için kullanılan modellerdir (Paksoy, 2010).

4.2.4 Yapay Zeka Modelleri ve Uzman Sistemler: Olay tabanlı çıkarıma yapan ve sinir ağlarından yararlanarak geliştirilen uzman sistemler burada toplanmıştır. Uzman sistemler, insan beyninden esinlenerek geliştirilmiş ve probleme yönelik özelleştirilebilen yazılımlardır. Sinir ağlarından yararlanır ve belirsizliğin hakim olduğu durumlarda diğer yöntemlere göre daha başarılı sonuçlara ulaşmaktadır (Tahirov, 2009).

4.2.5 Doğrusal Ağırlıklandırma Modelleri: Çok kriterli karar verme modelleri olarak da bilinen bu yöntem, tedarikçi seçimi için kullanılacak olan kriterlerin önem ağırlıklarını ele

alan bir yöntemdir. Tedarikçilerin farklı kriterler için puanlama yaptığı ve puanların birleştirilerek tek bir skorun bulunduğu yöntemlerdir (Paksoy, 2010). Bu modeller içinde yaygın olarak kullanılan ELECTRE, TOPSIS, PROMETHEE, AHP ve Bulanık AHP bulunmaktadır.

4.2.6 Tümüleşik Modeller: Tedarikçi seçiminde, birkaç tekniğin bir arada kullanılması ile oluşturulan tümleşik yöntemler de kullanılmaktadır. Tümüleşik modellerin kullanım amacı ise, çözüm için kullanılan bu tekniklerin tek başlarına kullanıldıklarında ortaya çıkabilecek eksikliklerin engellenmesidir. Ghodsypour yaptığı çalışmada, tedarikçi seçiminde AHP ile doğrusal programlamayı birlikte kullanmıştır (Özdemir, 2010).



BÖLÜM V

MATERYAL VE YÖNTEM

5.1 Materyal

Dickson (1966)'ın yaptığı çalışması, tedarikçi seçimi alanında yapılan en kapsamlı çalışmalardan biridir ve bu çalışmada yirmi üç ölçüt belirlenmiştir. Bu ölçütler Tablo 1’de verilmiştir. Ölçütler puan verilerek sıralanmıştır. Çok önemli, oldukça önemli, orta önemli ve az önemli olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 7: Dickson kriterleri (Wind ve Saaty, 1980).

Sıralama	Kriter	Ortalama Puan	Değerlendirme
1	Kalite	3,508	Çok önemli
2	Teslimat	3,147	
3	Geçmiş performans	2,998	
4	Garanti politikası	2,849	
5	Üretim tesisleri ve kapasite	2,775	Oldukça önemli
6	Fiyat	2,758	
7	Teknik yeterlilik	2,545	
8	Finansal durum	2,514	
9	Yöntem uyumu	2,488	
10	İletişim sistemi	2,426	
11	Endüstrideki yeri ve ünü	2,412	
12	İş isteği	2,256	
13	Yönetim ve organizasyon	2,216	
14	İş kontrolü	2,211	
15	Tamir hizmeti	2,187	Orta önemli
16	Tutum	2,120	
17	İşletme etkisi	2,054	
18	Paketleme yeteneği	2,009	
19	İşçi ilişkileri kaynağı	2,003	
20	Coğrafi yerleşim	1,872	
21	Geçmiş dönem iş miktarı	1,597	
22	Ürün için eğitim olanağı	1,537	
23	Karşılıklı düzenlemeler	0,610	Az önemli

Tablo 7’de gösterilen Dickson’ın çalışmasında en önemli kriterin “kalite” kriteri olduğu tespit edilmiştir. Belirlenen bu kriterler birçok çalışmada kullanılabilir. Dickson’ın

tespit ettiği önemli dereceye sahip fiyat, teslimat ve kalite kriterleri birçok çalışmada önemini korumaktadır.

Bu alışma ise Düzce İli'nde bulunan Propak Ambalaj Üretim ve Pazarlama A.ř.'de gerçekleştirilmiştir. 32 bin metre kare alanda son teknoloji ile donatılmış bir üretim tesisidir. 280 çalışanı bulunmaktadır. 20'den fazla ülkeye üretimin %50'sinin üzerinde ihracat yapmaktadır. Eylemlerinde müşterisine ve müşteri memnuniyetine son derece önem veren bir işletmedir. Müşteri isteklerine göre gerekli malları tedarik ederek ürünü meydana getirip, ihracat yaparak hem aracı hem de üretici işletme rolünü gerçekleştirmektedir.

İşletmenin özellikleri göz önünde bulundurularak, beş uzmandan görüş alınmıştır. Uzman görüşü doğrultusunda ana kriterler ve alt kriterler belirlenmiştir. Bu kriterler, dört ana kriter ve on iki alt kriterden oluşmaktadır. İşletmenin, temin ettiği ürünlerin yaklaşık olarak %80'lik kısmını film malzemesi oluşturmaktadır. Geriye kalan yaklaşık %20'lik kısmını ise mürekkep, tutkal ve kağıt oluşturmaktadır. Bu nedenle film malzemesinin temin edildiği tedarikçilerin belirlenmesine yönelik alternatif tedarikçiler ele alınmıştır. İşletme Bareks, Süperfilm, Polinas, Polibak ve birçok firmadan film temin etmektedir. Bu çalışmada tedarikçilerin üç tanesi ele alınarak A tedarikçisi, B Tedarikçisi ve C Tedarikçisi olarak isimlendirilmiştir.

Bu kriterler ve alternatiflere yönelik hazırlanan örnek anket soruları Ek A'da verilmiştir. Anketler, satın alma bölümünde çalışan uzman kişilere yapılmıştır.



şekil 6: Düzce Propak Ambalaj Üretim ve Pazarlama A.ř.

Uygulamanın yapıldığı Düzce Propak Ambalaj Üretim ve Pazarlama A.Ş.'nin dışarıdan görünümü Şekil 6'da gösterilmiştir.

5.1.1 Tedarikçi Seçimi Kriterleri

Tedarikçi seçiminde gerekli olan fiyat, teslimat, hammadde, hizmet ana kriterleri ile bu kriterlerin alt kriterleri belirlenerek gerekli açıklamalar yapılmıştır.

5.1.1.1 Fiyat Ana Kriteri

Fiyat kriteri, tedarikçi seçiminde önemli bir yere sahiptir (Yılmaz, 2012). İşletmenin gereken malzemeyi ne kadar uygun fiyata aldığı, tedarikçinin işletmeye yaptığı indirim oranı ve tedarikçiye yapılacak ödemelerin ne derecede kolay olduğu önemlidir. Bu nedenle fiyat ana kriterinin altında uygun fiyat, indirim oranı ve ödeme kolaylığı şeklinde üç alt kriter ele alınmıştır.

5.1.1.2 Teslimat Ana Kriteri

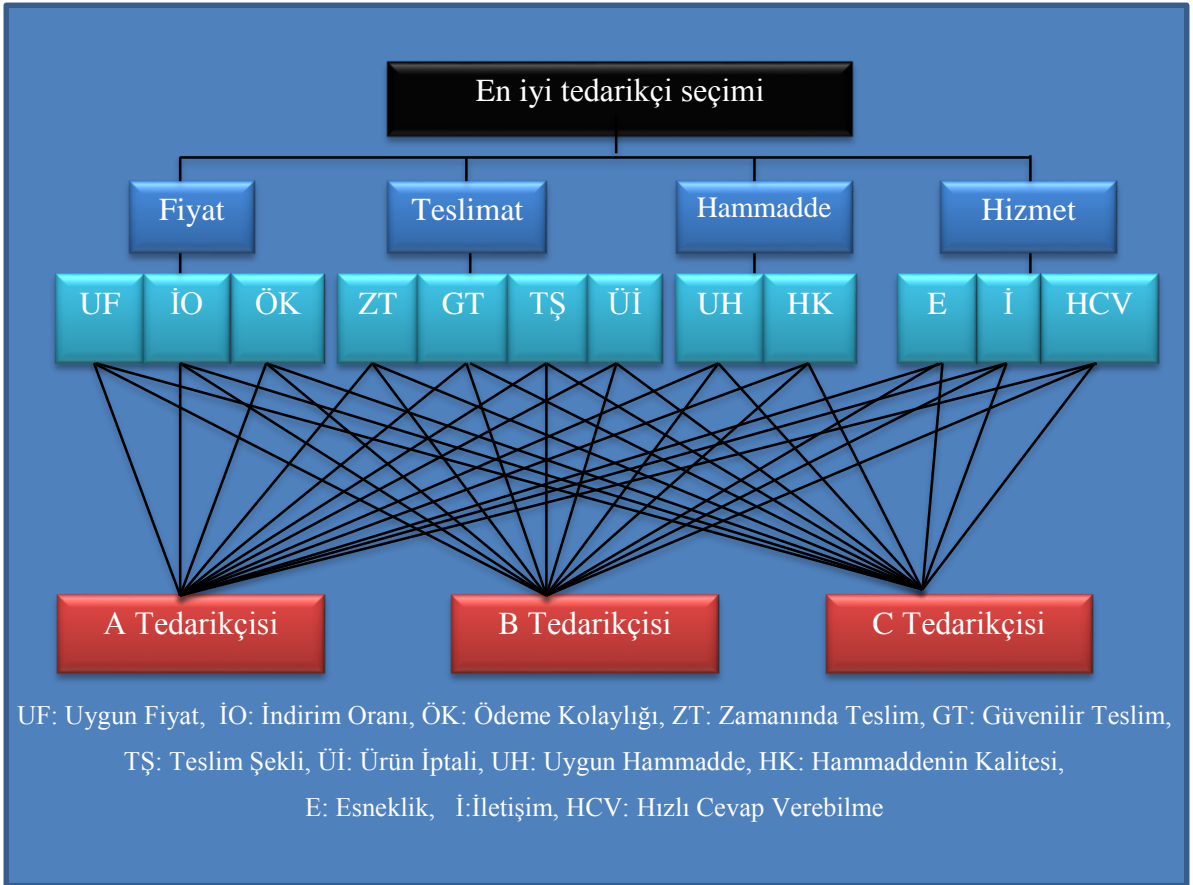
Teslimat ana kriteri tedarikçinin belirlenmesinde fiyat kadar önemli olabilmektedir. İşletme malzeme istediği zaman, hangi tedarikçi bunu gerekli şartlara uygun bir şekilde sağlayabiliyorsa bu durum, karar vericinin seçimine yön vermektedir. Teslimat ana kriterinin altında zamanında teslim, güvenilir teslim, teslim şekli ve ürün iptali olarak dört alt kriter ele alınmıştır. Burada istenilen zamanda teslim yapılıp yapılmaması, teslimin güvenilir bir şekilde işletmeye ulaşması, teslimin şekil olarak hangi ulaşım türü ile yapılacağı, gecikme sonucunda işletmenin ürünü iptal edip etmemesi alt kriterlerin oluşmasını sağlamıştır.

5.1.1.3 Hammadde Ana Kriteri

Bir ürünün meydana gelmesi için ihtiyaç duyulan hammaddenin elde edilmesi gerekmektedir. Müşteri isteklerine cevap verebilmek için uygun ürünün üretilmesinde, doğru hammadde seçimi önem taşımaktadır. Hammaddenin kalitesi, üretilecek olan ürünün kalitesini etkilemektedir. Bu nedenle, bu çalışmada hammadde ana kriterinin altında uygun hammadde ve hammaddenin kalitesi olarak iki alt kriter ele alınmıştır.

5.1.1.4 Hizmet Ana Kriteri

İşletmenin uzun süreli alışveriş halinde bulunacağı tedarikçinin, sunacağı hizmet önemli bir yere sahiptir. Bunun yanında tedarikçinin, işletmenin isteklerine hızlı bir şekilde dönüş yapabilmesi, işletmeden aldığı siparişler değiştiğinde hızlı bir şekilde aradaki eksikliği giderecek ya da fazlalığı gerekli bir şekilde elden çıkarabilecek kadar esnek olması, birlikte çalıştığı işletmelerle arasındaki iletişimi sağlam kurması tedarikçinin tercih edilmesi açısından önemli kriterlerdir. Bu nedenle hizmet ana kriteri altında esneklik, iletişim ve hızlı cevap verebilme şeklinde üç alt kriter ele alınmıştır (Karagöz, 2009).



Şekil 7: Problemin hiyerarşik yapısı.

İşletmenin özellikleri göz önünde bulundurularak oluşturulan ana kriterler, alt kriterler ve alternatif tedarikçilerin hiyerarşik yapısı Şekil 7’de gösterilmiştir.

5.2 Yöntem

Tedarikçi seçimi problemleri birden çok kriteri içermektedir. Bu nedenle ÇKKV problemlerinin içinde yer almaktadır. Tedarikçi seçimi probleminin çözümünde ÇKKV yöntemlerinden biri olan AHP yöntemi açıklanmıştır. AHP yönteminin kullanımı kolaydır, basittir, sayısal ve sayısal olmayan kriterleri dikkate alır ve karar vermede iyi sonuçlar üretir. Fakat klasik AHP’de yer alan gerçek sayılardan oluşan önem ölçeği insan yargılarındaki belirsizliği dikkate almadığı için verilecek karar bu durumdan etkilenmektedir (Büyüközkan, 2004). Bu nedenle bu çalışma, BAHP yöntemi ile modellenerek, gerekli hesaplamalar BAHP yöntemlerinden biri olan Chang’in geliştirmiş olduğu Genişletilmiş Analiz Yöntemi (Chang, 1996) kullanılarak yapılmıştır. Bu yöntemin seçilmesinde, hesap gereksiniminin daha az olması ve klasik AHP adımlarına ilave bir işlem gerektirmeden uygulanabilmesi etkili olmuştur.

Anket sorularına verilen cevaplar, Tablo 5’de verilen bulanık önem ölçeğine göre ele alınarak geometrik ortalamaları manuel olarak hesaplanmıştır. İkili karşılaştırma matrisleri oluşturularak ana kriterler karşılaştırılmıştır. Ana kriterler karşılaştırıldıktan sonra alt kriterler kendi içinde karşılaştırılmıştır. Tüm kriterlere göre alternatif tedarikçiler karşılaştırılarak önem ağırlıkları manuel olarak hesaplanmış ve en önemli ana kriter tespit edilmiştir. Bu ana kritere göre en uygun olan tedarikçi belirlenerek, alternatif tedarikçiler arasında tercih sıralaması yapılmıştır. Tüm bu işlemlerin yapılabileceği bir bilgisayar programı geliştirilerek sonuçların daha kısa sürede elde edilmesi sağlanmıştır.

BÖLÜM VI

LİTERATÜR ÖZETİ

Bu bölümde, Bulanık Mantık ve BAHP’de yapılan çalışmalar ile tedarikçi seçimine yönelik yapılan çalışmalar ayrı başlıklar altında verilmiştir.

6.1 Bulanık Mantık ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Yapılan Çalışmalar

Laarhoven ve Pedrycz (1983) yaptıkları çalışmada, ilk defa üçgen üyelik fonksiyonlarıyla tanımlanan bulanık değerleri kullanmışlardır. Bir üniversite için profesör seçimi problemine çözüm aramışlardır. Uygulamada yaratıcılık, matematiksel yaratıcılık, yönetim becerileri ve insani yönler açısından üç aday bulanık sayılarla değerlendirerek en iyi adayı tespit etmişlerdir (Laarhoven ve Pedrycz, 1983).

Buckley (1984-1985) yaptığı çalışmada, Saaty’nin AHP metodunu karar vericilerin kendi tercihlerini kesin oranlar yerine bulanık oranlar ile ifade edebildikleri bir duruma genişletmiştir (Buckley, 1985).

Chen (1996) yaptığı çalışmada, üç farklı silah sistemini teknik özellikler, bakım kolaylığı, genel özellikler, ekonomiklik ve gelişim kriterlerini ele alarak bulanık aritmetik işlemler ve AHP kullanarak değerlendirmiş, en iyi sistemin belirlenmesinde entropi değerlerini kullanmadan daha hızlı bir yöntem geliştirmiştir (Chen, 1996).

Cheng vd. (1999) yaptıkları çalışmada, dilsel değişkenleri silah sistemlerinin değerlendirilmesinde kullanmışlardır. Elektronik donanım, teknolojik açıdan gelişmişlik, teçhizat, lojistik yeterlilik ve bakım kolaylığı kriterlerini ele almışlardır. Daralma ve genişleme katsayıları göz önüne alınarak, en iyi silah sistemini belirlemişlerdir (Cheng, Yang ve Hwang, 1999).

Kuo ve Kao (1999) yaptıkları çalışmada, nüfus özellikleri, yerin çekiciliği, pazarın özellikleri, rekabet, ulaşılabilirlik ve uygunluk kriterlerini ele alarak BAHP yöntemini kullanarak, en iyi market yerini belirlemişlerdir (Kuo ve Kao, 1999).

Zhu vd. (1999) yaptıkları bir çalışmada, Genişletilmiş Analiz Yöntemini ve uygulamalarını anlatan bir çalışma yapmışlardır. Çalışmalarında üçgensel bulanık sayılarla değerlendirme yapmışlardır (Zhu, Jing ve Chang, 1999).

Altunöz (2001) yaptığı doktora çalışmasında, tekstil sektöründe tedarikçi seçimi problemini ele almıştır. Mevcut belirsizliği gidermek amacıyla bulanık mantığı kullanmıştır (Altunöz, 2001: 163).

Kuo vd. (2002) yaptıkları çalışmada, yeni bir tesis yeri seçiminde bir karar destek sistemi oluşturmuşlardır. BAHP'nin hiyerarşik yapısını oluşturmuşlar ve anket hazırlayarak, faktörler ve mağaza performansı arasındaki ilişkiyi belirlemek için sinir ağı algoritmasını kullanmışlardır. Sonuç olarak, önerilen sistemin regresyon modelinden daha doğru sonuçlar sağladığını tespit etmişlerdir (Kuo, Chi ve Kao, 2002).

Shamsuzzaman, Ullah ve Bohez (2003) yaptıkları bir çalışmada, esnek imalat sistemi tasarımında dilsel değişkenleri ve AHP yöntemini birlikte kullanmışlardır. On bir kriter dikkate alınarak bir uzman sistem yardımıyla değerlendirilmiştir (Shamsuzzaman, Ullah ve Bohez, 2003).

Büyüközkan (2004) yaptığı çalışmada, çok kriterli e-pazar yeri seçimi problemini ele almış ve BAHP ve Bulanık Delphi yöntemleriyle çözüm aramıştır (Büyüközkan, 2004).

6.2 Tedarikçi Seçimi ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Gökbek (2014) yaptığı çalışmasında, bir elektronik firmasının en iyi tedarikçiyi seçme problemini incelemiş ve uygulamada AHP, TOPSIS, ELECTRE tekniklerini kullanarak tedarikçi seçimini yapmıştır (Gökbek, 2014).

Koçak (2014) yaptığı çalışmasında, tedarikçi seçimini ÇKKV yöntemi ile yapmış bunun yanında uygulamada kullanılan tedarikçi seçim problemine en uygun olan ÇKKV tekniğini de belirlemiştir (Koçak, 2014).

Bark (2015) yaptığı çalışmasında, Bulanık TOPSIS, Bulanık VIKOR, Bulanık PROMETHEE tekniklerini kullanarak ÇKKV yaklaşımlarına dayalı tedarikçi seçimi yapmıştır (Bark, 2015).

Ünver (2010) yüksek lisans tezi çalışmasında, İngiltere’de bulunan bir gıda firması için tedarikçi seçimini BAHP yöntemi ile belirlemiştir ve sonuç olarak firma için en uygun tedarikçi firmanın J&J firması olduğunu tespit etmiştir (Ünver, 2010).

Civir (2015) yaptığı çalışmasında, tedarikçileri belirlenen ölçütlere göre ağırlıklandırmış ve tedarikçi seçimini BAHP ile yapmıştır (Civir, 2015).

Önal (2006) yaptığı çalışmasında, bir çamaşır makinası işletmesinin tedarikçi seçimi problemini ele almış ve BAHP ile bir yaklaşım kullanarak kriterler doğrultusunda en iyi tedarikçi seçimini yapmıştır (Önal, 2006).

Aslan (2009) yaptığı çalışmasında, tedarikçi seçim problemini konserve üreten bir firmada BAHP yöntemi ile yapmıştır (Aslan, 2009).

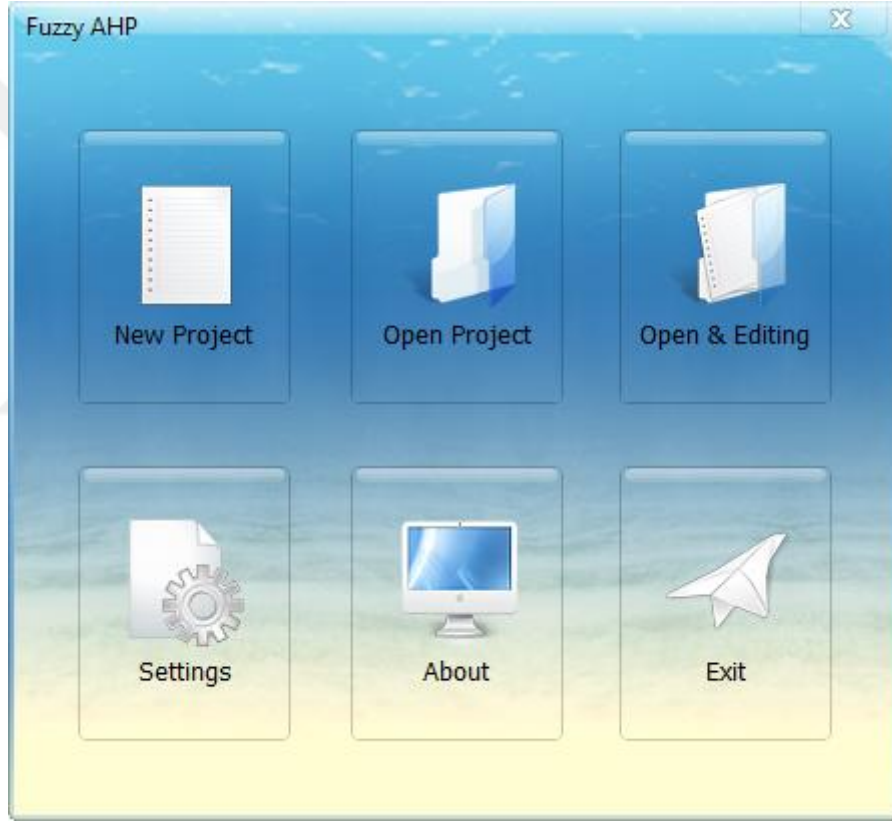
Tedarikçi seçimi ve değerlendirilmesinde BAHP tekniğinin literatürde çok sık kullanıldığı görülmektedir (Xia ve Wu, 2007; Lee, 2009; Sun, 2010; Chamodrakas, Batis ve Martakos, 2010; Krishnend vd., 2012; Kılınçcı ve Önal, 2011). Tedarikçi seçiminin yanında Aydın ve Arslan (2010) optimal hastane bölgesinin seçiminde; Enea ve Piazza (2004) proje seçim kararlarında; Mohaghar vd. (2012) pazarlama stratejilerinin seçiminde; Büyüközkan, Çiftçi ve Güteryüz (2011) sağlık sektöründe hizmet kalitesinin stratejik analizinde; Chou, Sun ve Yen (2012) insan kaynağı seçim kriterlerinin değerlendirilmesinde; Calabrese, Costa ve Menichini (2013) entelektüel sermaye varlıklarının yönetiminde; Yang, Wang ve Fu (2012) kömür madenciliğinde erken uyarı sisteminin oluşturulmasında; Heo, Kim ve Bu (2010) yenilenebilir enerji yayılım programlarını etkileyen faktörlerin değerlendirilmesinde BAHP yöntemini kullanmışlardır.

BÖLÜM VII

UYGULAMA

7.1. Bilgisayar Programının Tanıtımı ve Uygulaması

Geliştirilen bilgisayar programı Delphi XE8 versiyonu ile hazırlanmıştır. Bu bölümde, programın işleyişi anlatılmakta ve ekran görüntüleri verilmektedir.



Şekil 8: Programın açılış ekranı.

Şekil 8’de gösterilen ekran, programın ilk açılış ekranıdır. Yeni bir işlem yapmak isteyen kullanıcı New Project butonuna, önceden hazırlanmış bir projeyi açmak ve bu proje üzerinde düzenlemeler yapmak isteyen kullanıcı Open Project and Editing butonuna, önceden hazırlanmış olan bir projeyi açmak isteyen kullanıcı Open Project butonuna basarak gerekli işlemleri gerçekleştirebilmektedir. Program hakkında bilgi almak isteyen kullanıcı About butonuna, programın çalıştırılmadan önce hangi özelliklerinin kullanılmasını ayarlamak

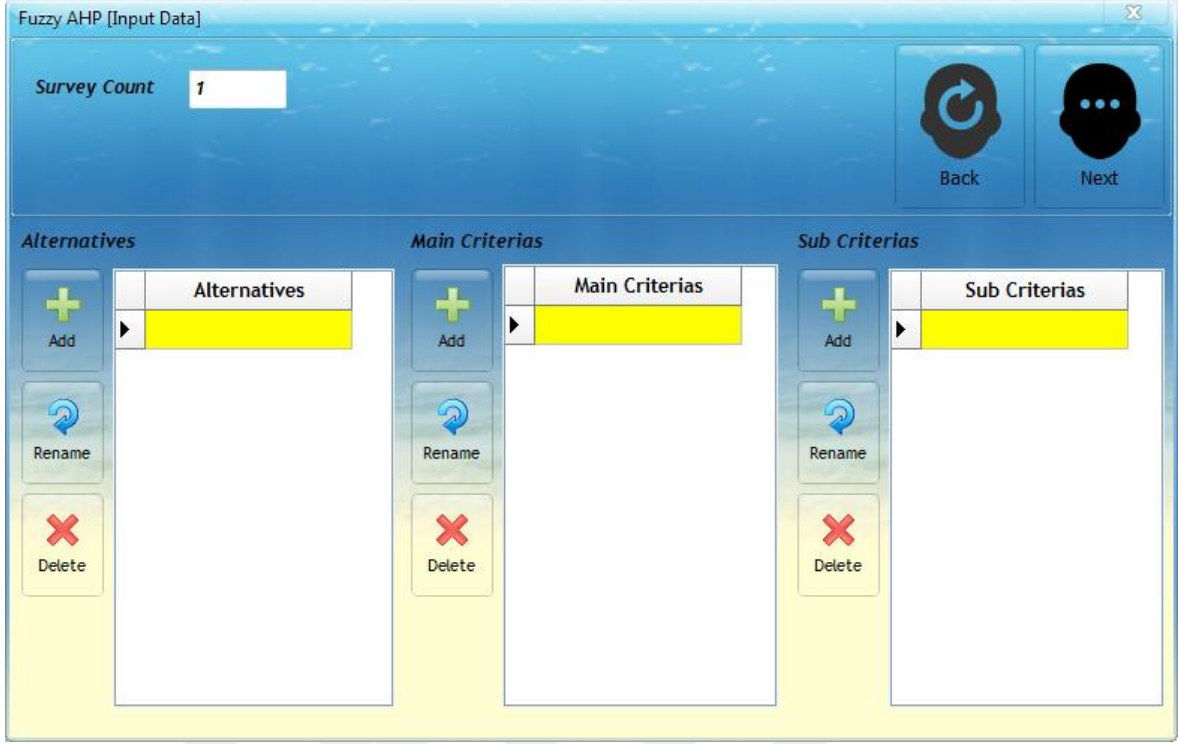
isteyen kullanıcı Settings butonuna ve programdan çıkmak isteyen kullanıcı Exit butonuna basarak gereken işlemleri gerçekleştirebilmektedir.



Şekil 9: Ayarların yapıldığı ekran.

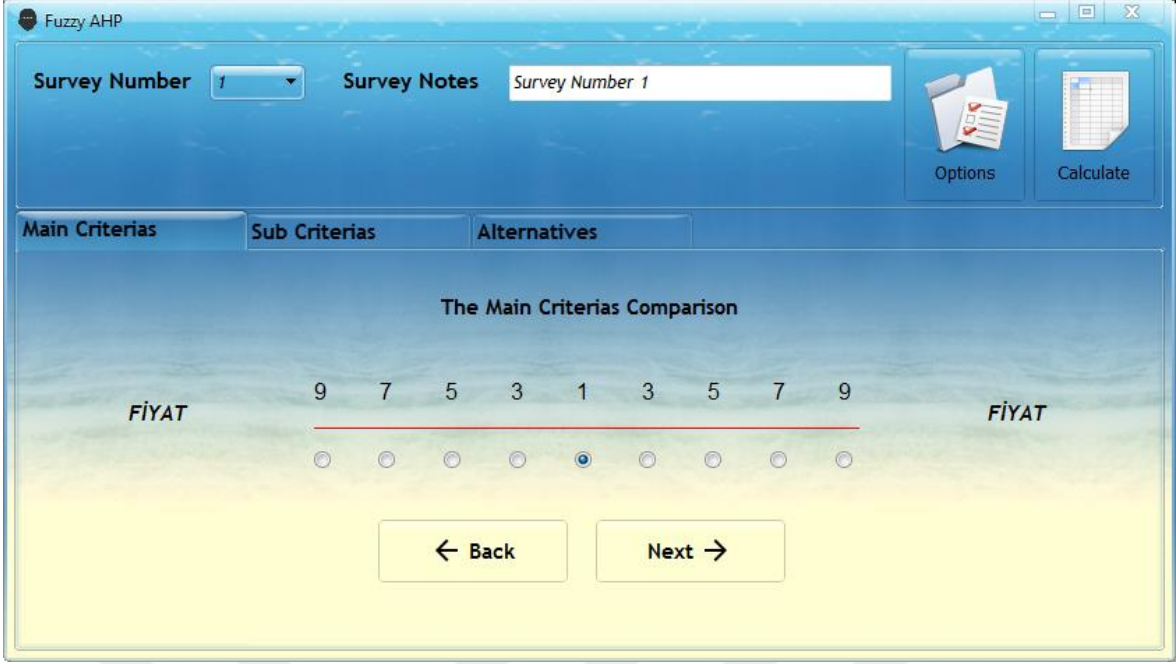
Kullanıcı Şekil 9’da gösterilen ekranda veri giriş yönteminin şeklini seçmektedir. Pair Comparision seçeneği, veri girişinin ikili karşılaştırma şeklinde yapılmasını sağlamaktadır. Matrix seçeneği ise verilerin matris üzerinde girilmesini sağlamaktadır. Language seçeneği, programın hangi dilde kullanılacağını göstermektedir. Use middle values seçeneğinin seçilmesi ile hesaplamalarda ara değerlerin de kullanılacağını belirtmektedir. Bu seçenek tercih edildiğinde BAHP işlemleri 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 değerlerinin bulanık sayı karşılıkları alınarak hesaplanacaktır. Bu seçeneğin programa eklenme nedeni ise BAHP’de bazı çalışmaların ara değerleri de göz önüne alınarak yapılıyor olmasıdır. Bu seçenek işaretlenmediği sürece BAHP işlemleri 1, 3, 5, 7, 9 değerlerinin bulanık sayı karşılıkları alınarak hesaplanacaktır. Bu çalışmada işlemler ara değerler kullanılmadan yapılmıştır.

New Project butonuna basıldığında, açılacak olan ekran Şekil 10’da gösterilmiştir.

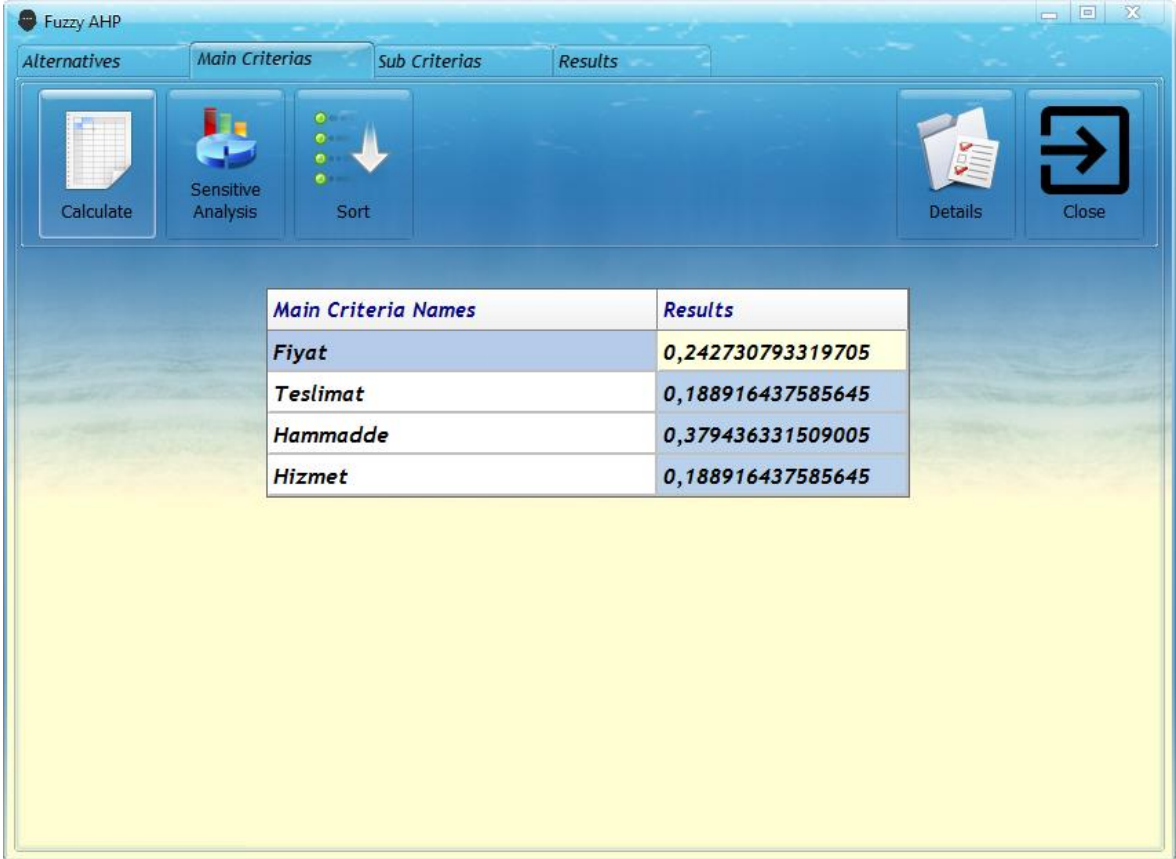


Şekil 10: Kriter, alt kriter ve alternatif girişi yapılan ekran.

Her işletme kendi özellikleri doğrultusunda belirlemiş olduğu ana kriterler, alt kriterler ve alternatiflerin girişlerini Şekil 10’da gösterilen ekranda gerçekleştirmektedir. Survey Count kısmına uzman görüş sayısı girilmektedir. Alternatives kısmında Add butonuna tıklanarak alternatiflerin isimleri girilmektedir. Main Criterias kısmında ana kriterlerin isimleri girilmektedir ve Sub Criterias kısmında alt kriterlerin isimleri girilmektedir. Next butonuna tıkladığında Şekil 11’de gösterilen ekran açılmaktadır. Survey Number kısmında, kaçınıcı uzmanın görüşleri olduğu, bir diğer ifade ile kaçınıcı anketin cevapları olduğu seçilmektedir. Survey Notes kısmında, değerleri girilen anket için girilmesi gereken önemli bir not var ise bu alanda belirtilmektedir. Main Criterias kısmında, ana kriterler karşılıklı olarak ekrana gelmekte ve bu kriterlere verilen değerlerin girişi yapılmaktadır. Sub Criterias kısmında, alt kriterler karşılıklı olarak ekrana gelmekte ve bu kriterlere verilen değerlerin girişi yapılmaktadır. Alternatives kısmında ise alternatifler karşılıklı olarak ekrana gelmekte ve bu alternatiflere verilen değerlerin girişi yapılmaktadır. Değerler girilirken bir sonraki değer girilmek üzere Next butonu kullanılmaktadır. Options kısmında ise her ankete verilen cevapların tümü gösterilmektedir. Calculate butonu tıkladığında, hesaplanan değerler gösterilmektedir. Bu ekranlar, çalışmanın verilerinden ulaşılan sonuçlar ile gösterilecektir.



Şekil 11: Verilerin girildiği ekran.



Şekil 12: Ağırlıkların gösterildiği ekran.

Şekil 12’de gösterilen ekran, tüm karşılaştırmaların yapıldıktan sonra elde edilen ağırlık değerlerinin gösterildiği ekrandır. Main Criterias kısmında, Calculate butonu tıklandığında ana kriterlerin kendi aralarında ikili karşılaştırma sonucu hesaplanan ağırlık değerleri gösterilmektedir.

Sensitive Analysis butonu tıklandığında, yeni bir ana kriterin eklenmesi ile diğer kriterlerden hem en iyi hem de en kötü olması durumu göz önünde bulundurularak diğer kriterlerin ne derece etkilendiğini ölçen duyarlılık analizi yapılmaktadır. Sort butonu ise bulunan değerlere göre tercih sıralamasını gerçekleştirmektedir.

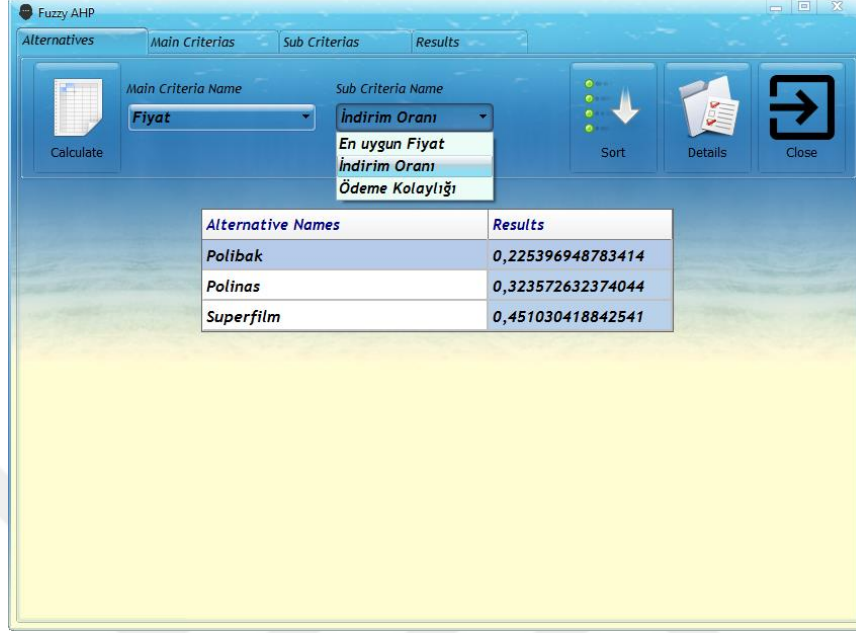
Main Criteria Names	Results	The Best	The Worst
Fiyat	0,242730793319705	0	0,24277945214
Teslimat	0,188916437585645	0	0,21162050940
Hammadde	0,379436331509005	0	0,33397952904
Hizmet	0,188916437585645	0	0,21162050940
The New Criteria		1	0

Şekil 13: Duyarlılık analizinin yapıldığı ekran.

Sub Criteria Names	Results
En uygun Fiyat	0,333333333333333
İndirim Oranı	0,333333333333333
Ödeme Kolaylığı	0,333333333333333

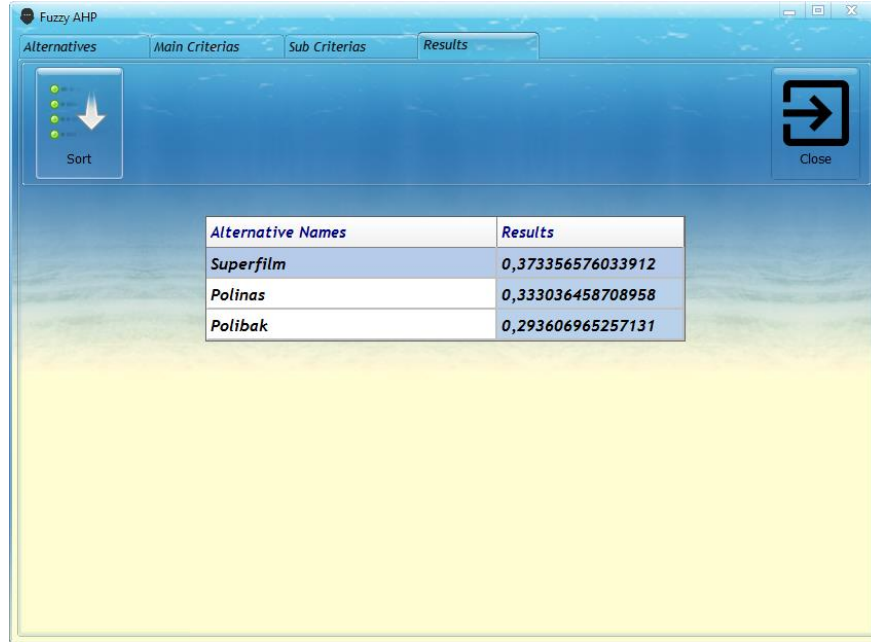
Şekil 14: Alt kriterlerin kendi aralarındaki ağırlıkları.

Şekil 14’de gösterilen ekran, fiyat ana kriterinin alt kriterleri arasındaki ağırlıkları gösterilmektedir. Diğer ana kriterlerin alt kriterleri de aynı şekilde hesaplatılmaktadır. Örnek olarak fiyat ana kriteri gösterilmiştir.



Şekil 15: Alternatiflerin tüm alt kriterlere göre ağırlıkları.

Şekil 15’de tüm alt kriterlere göre alternatiflerin aldığı ağırlıklar gösterilmektedir. Diğer alt kriterlere göre de aynı şekilde hesaplama yapılmaktadır.



Şekil 16: En uygun tedarikçinin belirlendiği ekran.

Şekil 16’da tedarikçilerin tercih sıralaması gösterilmektedir. Programda, örnek vermek amacı ile alternatiflerin isimleri verilmiştir.

7.2 Manuel Hesaplamalar ile Yapılan Uygulama

Anketlere verilen cevapların geometrik ortalaması hesaplanarak çıkan değerlere en yakın olan bulanık sayılar belirlenir ve Tablo 8’de gösterilen ikili karşılaştırma matrisi hazırlanarak ana kriterler kendi aralarında karşılaştırılır. Bu işlemler tüm alt kriterler için uygulanır.

Tablo 8: Ana kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi.

Ana kriterler	Fiyat	Teslimat	Hammadde	Hizmet
Fiyat	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 3/2)	(2/3, 1, 3/2)	(2/3, 1, 3/2)
Teslimat	(2/3, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 3/2)
Hammadde	(2/3, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)	(1, 1, 1)	(3/2, 2, 5/2)
Hizmet	(2/3, 1, 3/2)	(2/3, 1, 3/2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1, 1, 1)

Tablo 8’in sentez değerleri şu şekilde hesaplanır:

$$\begin{aligned}
 S_F &= (3.00, 4.00, 5.50) \quad X \quad (0.04, 0.06, 0.08) = (0.12, 0.24, 0.44) \\
 S_T &= (2.73, 3.50, 4.67) \quad X \quad (0.04, 0.06, 0.08) = (0.11, 0.21, 0.37) \\
 S_H &= (4.67, 6.00, 7.50) \quad X \quad (0.04, 0.06, 0.08) = (0.19, 0.36, 0.60) \\
 S_{HT} &= (2.73, 3.50, 4.67) \quad X \quad (0.04, 0.06, 0.08) = (0.11, 0.21, 0.37)
 \end{aligned}$$

Sentez değerleri bulunduktan sonra bu değerlerin olabilirlik dereceleri $\min V(S_{Kriter2} \geq S_{Kriter1})$ değerleri için aşağıdaki gibi karşılaştırılır:

$$\begin{aligned}
 V(S_F \geq S_T) &= 1.00 & V(S_F \geq S_H) &= 0.68 & V(S_F \geq S_{HT}) &= 1.00 \\
 V(S_T \geq S_F) &= 0.89 & V(S_T \geq S_H) &= 0.55 & V(S_T \geq S_{HT}) &= 1.00 \\
 V(S_H \geq S_F) &= 1.00 & V(S_H \geq S_T) &= 1.00 & V(S_H \geq S_{HT}) &= 1.00 \\
 V(S_{HT} \geq S_F) &= 0.89 & V(S_{HT} \geq S_T) &= 1.00 & V(S_{HT} \geq S_H) &= 0.55
 \end{aligned}$$

Her kriterin diğer kriterlerle karşılaştırılması sonucunda, her kriter için bulunan minimum değer ele alınarak W’ ağırlık vektörü şu şekilde yazılır:

$$W' = (0.68, 0.55, 1.00, 0.55)^T$$

W' ağırlık vektörü normalize edilerek aşağıdaki sonuca ulaşılır:

$$W = (0.24, 0.20, 0.36, 0.20)^T$$

Tablo 9' da fiyat ana kriteri %24, teslimat ana kriteri %20, hammadde ana kriteri %36 ve hizmet ana kriterinin %20 önem ağırlığına sahip olduğu gösterilmiştir.

Tablo 9: Kriterlerin elde edilen ağırlıkları.

Kriterler	F	T	H	HT
Ağırlıklar	0.24	0.20	0.36	0.20

Tablo 10: Fiyat alt kriterlerinin ikili karşılaştırma matrisi.

Fiyat alt kriterleri	En uygun fiyat	İndirim oranı	Ödeme kolaylığı
En uygun fiyat	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 3/2)	(2/3, 1, 3/2)
İndirim oranı	(2/3, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 3/2)
Ödeme kolaylığı	(2/3, 1, 3/2)	(2/3, 1, 3/2)	(1, 1, 1)

Tablo 10'un sentez değerleri şu şekilde hesaplanır:

$$S_A = (2.33, 3.00, 4.00) \times (0.08, 0.11, 0.14) = (0.19, 0.33, 0.56)$$

$$S_B = (2.33, 3.00, 4.00) \times (0.08, 0.11, 0.14) = (0.19, 0.33, 0.56)$$

$$S_C = (2.33, 3.00, 4.00) \times (0.08, 0.11, 0.14) = (0.19, 0.33, 0.56)$$

Sentez değerleri bulunduktan sonra bu değerlerin olabirlik dereceleri $\min V(S_{Kriter2} \geq S_{Kriter1})$ değerleri için aşağıdaki gibi karşılaştırılır:

$$V(S_A \geq S_B)=1.00 \quad V(S_A \geq S_C)=1.00$$

$$V(S_B \geq S_A)=1.00 \quad V(S_B \geq S_C)=1.00$$

$$V(S_C \geq S_A)=1.00 \quad V(S_C \geq S_B)=1.00$$

Her kriterin diğer kriterlerle karşılaştırılması sonucunda, her kriter için bulunan minimum değer ele alınarak W' ağırlık vektörü şu şekilde yazılır:

$$W' = (1.00, 1.00, 1.00)^T$$

W' ağırlık vektörü normalize edilerek aşağıdaki sonuca ulaşılır:

$$W = (0.33, 0.33, 0.33)^T$$

Tablo 11’de en uygun fiyat alt kriteri %33, indirim oranı alt kriteri %33 ve ödeme kolaylığı alt kriterinin %33 önem ağırlığına sahip olduğu gösterilmiştir.

Tablo 11: Fiyat alt kriterlerinin elde edilen ağırlıkları.

Fiyat alt kriterleri	UF	İO	ÖK
Ağırlıklar	0.33	0.33	0.33

Tablo 12: Teslimat alt kriterlerinin ikili karşılaştırma matrisi.

Teslimat alt kriterleri	Zamanında teslim	Güvenilir teslim	Teslim şekli	Gecikme dolayısıyla ürün iptali
Zamanında teslim	(1, 1, 1)	(3/2, 2, 5/2)	(3/2, 2, 5/2)	(3/2, 2, 5/2)
Güvenilir teslim	(2/5, 1/2, 2/3)	(1, 1, 1)	(3/2, 2, 5/2)	(3/2, 2, 5/2)
Teslim şekli	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1, 1, 1)	(3/2, 2, 5/2)
Gecikme dolayısıyla ürün iptali	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1, 1, 1)

Tablo 12’nin sentez değerleri şu şekilde hesaplanır:

$$\begin{aligned}
 S_{ZT} &= (5.50, 7.00, 8.50) \quad X \quad (0.04, 0.05, 0.06) = (0.22, 0.35, 0.51) \\
 S_{GT} &= (4.40, 5.50, 6.67) \quad X \quad (0.04, 0.05, 0.06) = (0.18, 0.28, 0.40) \\
 S_{T\mathcal{S}} &= (3.30, 4.00, 4.83) \quad X \quad (0.04, 0.05, 0.06) = (0.13, 0.20, 0.29) \\
 S_{\mathcal{U}i} &= (2.20, 2.50, 3.00) \quad X \quad (0.04, 0.05, 0.06) = (0.09, 0.13, 0.18)
 \end{aligned}$$

Sentez değerleri bulunduktan sonra bu değerlerin olabilirlik dereceleri $\min V(S_{Kriter2} \geq S_{Kriter1})$ değerleri için aşağıdaki gibi karşılaştırılır:

$$\begin{aligned}
 V(S_{ZT} \geq S_{GT}) &= 1.00 & V(S_{ZT} \geq S_{T\mathcal{S}}) &= 1.00 & V(S_{ZT} \geq S_{\mathcal{U}i}) &= 1.00 \\
 V(S_{GT} \geq S_{ZT}) &= 0.72 & V(S_{GT} \geq S_{T\mathcal{S}}) &= 1.00 & V(S_{GT} \geq S_{\mathcal{U}i}) &= 1.00 \\
 V(S_{T\mathcal{S}} \geq S_{ZT}) &= 0.32 & V(S_{T\mathcal{S}} \geq S_{GT}) &= 0.58 & V(S_{T\mathcal{S}} \geq S_{\mathcal{U}i}) &= 1.00 \\
 V(S_{\mathcal{U}i} \geq S_{ZT}) &= 0.00 & V(S_{\mathcal{U}i} \geq S_{GT}) &= 0.00 & V(S_{\mathcal{U}i} \geq S_{T\mathcal{S}}) &= 0.42
 \end{aligned}$$

Her kriterin diğer kriterlerle karşılaştırılması sonucunda, her kriter için bulunan minimum değer ele alınarak W’ ağırlık vektörü şu şekilde yazılır:

$$W' = (1.00, 0.72, 0.32, 0.00)^T$$

W' ağırlık vektörü normalize edilerek aşağıdaki sonuca ulaşılır:

$$W = (0.49, 0.35, 0.16, 0.00)^T$$

Tablo 13'de zamanında teslim alt kriteri %49, güvenilir teslim alt kriteri %35, teslim şekli alt kriteri %16 ve gecikme dolayısıyla ürün iptali alt kriterinin %0 önem ağırlığına sahip olduğu gösterilmiştir.

Tablo 13: Teslimat alt kriterlerinin elde edilen ağırlıkları.

Teslimat alt kriterleri	ZT	GT	TŞ	Üİ
Ağırlıklar	0.49	0.35	0.16	0.00

Tablo 14: Hammadde alt kriterlerinin ikili karşılaştırma matrisi.

Hammadde alt kriterleri	Uygun hammadde	Hammaddenin kalitesi
Uygun hammadde	(1, 1, 1)	(3/2, 2, 5/2)
Hammaddenin kalitesi	(2/5, 1/2, 2/3)	(1, 1, 1)

Tablo 14'ün sentez değerleri şu şekilde hesaplanır:

$$S_{UH} = (2.50, 3.00, 3.50) \times (0.19, 0.22, 0.26) = (0.48, 0.66, 0.91)$$

$$S_{HK} = (1.40, 1.50, 1.67) \times (0.19, 0.22, 0.26) = (0.27, 0.33, 0.43)$$

Sentez değerleri bulunduktan sonra bu değerlerin olabilirlik dereceleri $\min V(S_{Kriter2} \geq S_{Kriter1})$ değerleri için aşağıdaki gibi karşılaştırılır:

$$V(S_{UH} \geq S_{HK})=1.00$$

$$V(S_{HK} \geq S_{UH})=0.00$$

Her kriterin diğer kriterlerle karşılaştırılması sonucunda, her kriter için bulunan minimum değer ele alınarak W' ağırlık vektörü şu şekilde yazılır:

$$W' = (1.00, 0.00)^T$$

W' ağırlık vektörü normalize edilerek aşağıdaki sonuca ulaşılır:

$$W = (1.00, 0.00)^T$$

Tablo 15'de uygun hammadde alt kriteri %100, hammaddenin kalitesi alt kriterinin %0 önem ağırlığına sahip olduğu gösterilmiştir.

Tablo 15: Hammadde alt kriterlerinin elde edilen ağırlıkları.

Hammadde alt kriterleri	UH	HK
-------------------------	----	----

Ağırlıklar	1.00	0.00
------------	------	------

Tablo 16: Hizmet alt kriterlerinin ikili karşılaştırma matrisi.

Hizmet alt kriterleri	Esneklik	İletişim	Hızlı cevap verebilme
Esneklik	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 3/2)	(2/3, 1, 3/2)
İletişim	(2/3, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 3/2)
Hızlı cevap verebilme	(2/3, 1, 3/2)	(2/3, 1, 3/2)	(1, 1, 1)

Tablo 16'nın sentez değerleri şu şekilde hesaplanır:

$$S_E = (2.33, 3.00, 4.00) \times (0.08, 0.11, 0.14) = (0.19, 0.33, 0.56)$$

$$S_i = (2.33, 3.00, 4.00) \times (0.08, 0.11, 0.14) = (0.19, 0.33, 0.56)$$

$$S_{HCV} = (2.33, 3.00, 4.00) \times (0.08, 0.11, 0.14) = (0.19, 0.33, 0.56)$$

Sentez değerleri bulunduktan sonra bu değerlerin olabilirlik dereceleri $\min V(S_{Kriter2} \geq S_{Kriter1})$ değerleri için aşağıdaki gibi karşılaştırılır:

$$V(S_E \geq S_i) = 1.00 \qquad V(S_E \geq S_{HCV}) = 1.00$$

$$V(S_i \geq S_E) = 1.00 \qquad V(S_i \geq S_{HCV}) = 1.00$$

$$V(S_{HCV} \geq S_E) = 1.00 \qquad V(S_{HCV} \geq S_i) = 1.00$$

Her kriterin diğer kriterlerle karşılaştırılması sonucunda, her kriter için bulunan minimum değer ele alınarak W' ağırlık vektörü şu şekilde yazılır:

$$W' = (1.00, 1.00, 1.00)^T$$

W' ağırlık vektörü normalize edilerek aşağıdaki sonuca ulaşılır:

$$W = (0.33, 0.33, 0.33)^T$$

Tablo 17'de esneklik alt kriteri %33, iletişim alt kriteri %33 ve hızlı cevap verebilme alt kriterinin %33 önem ağırlığına sahip olduğu gösterilmiştir.

Tablo 17: Hizmet alt kriterlerinin elde edilen ağırlıkları.

Hizmet alt kriterleri	E	İ	HCV
Ağırlıklar	0.33	0.33	0.33

Tablo 18: (devam ediyor) En uygun fiyat alt kriteri için tedarikçilerin ikili karşılaştırma matrisi.

En uygun fiyat alt kriteri	A Tedarikçisi	B Tedarikçisi	C Tedarikçisi
A Tedarikçisi	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 3/2)	(2/3, 1, 3/2)
B Tedarikçisi	(2/3, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 3/2)
C Tedarikçisi	(2/3, 1, 3/2)	(2/3, 1, 3/2)	(1, 1, 1)

Tablo 18'in sentez değerleri şu şekilde hesaplanır:

$$S_A = (2.33, 3.00, 4.00) \times (0.08, 0.11, 0.14) = (0.19, 0.33, 0.56)$$

$$S_B = (2.33, 3.00, 4.00) \times (0.08, 0.11, 0.14) = (0.19, 0.33, 0.56)$$

$$S_C = (2.33, 3.00, 4.00) \times (0.08, 0.11, 0.14) = (0.19, 0.33, 0.56)$$

Sentez değerleri bulunduktan sonra bu değerlerin olabilirlik dereceleri $\min V(S_{Kriter2} \geq S_{Kriter1})$ değerleri için aşağıdaki gibi karşılaştırılır:

$$V(S_A \geq S_B)=1.00 \quad V(S_A \geq S_C)=1.00$$

$$V(S_B \geq S_A)=1.00 \quad V(S_B \geq S_C)=1.00$$

$$V(S_C \geq S_A)=1.00 \quad V(S_C \geq S_B)=1.00$$

Her kriterin diğer kriterlerle karşılaştırılması sonucunda, her kriter için bulunan minimum değer ele alınarak W' ağırlık vektörü şu şekilde yazılır:

$$W' = (1.00, 1.00, 1.00)^T$$

W' ağırlık vektörü normalize edilerek aşağıdaki sonuca ulaşılır:

$$W = (0.33, 0.33, 0.33)^T$$

Tablo 19'da A tedarikçisi %33, B tedarikçisi %33 ve C tedarikçisininin %33 önem ağırlığına sahip olduğu gösterilmiştir.

Tablo 19: En uygun fiyat alt kriterinin tedarikçilere göre elde edilen ağırlıkları.

En uygun fiyat alt kriteri	A Tedarikçisi	B Tedarikçisi	C Tedarikçisi
Ağırlıklar	0.33	0.33	0.33

Tablo 20: İndirim oranı alt kriteri için tedarikçilerin ikili karşılaştırma matrisi.

İndirim oranı alt kriteri	A Tedarikçisi	B Tedarikçisi	C Tedarikçisi
A Tedarikçisi	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 3/2)	(2/5, 1/2, 2/3)
B Tedarikçisi	(2/3, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 3/2)

C Tedarikçisi	$(3/2, 2, 5/2)$	$(2/3, 1, 3/2)$	$(1, 1, 1)$
---------------	-----------------	-----------------	-------------



Tablo 20'nin sentez değerleri şu şekilde hesaplanır:

$$S_A = (2.07, 2.50, 3.17) \times (0.08, 0.11, 0.13) = (0.17, 0.28, 0.41)$$

$$S_B = (2.33, 3.00, 4.00) \times (0.08, 0.11, 0.13) = (0.19, 0.33, 0.52)$$

$$S_C = (3.17, 4.00, 5.00) \times (0.08, 0.11, 0.13) = (0.25, 0.44, 0.65)$$

Sentez değerleri bulunduktan sonra bu değerlerin olabilirlik dereceleri $\min V(S_{Kriter2} \geq S_{Kriter1})$ değerleri için aşağıdaki gibi karşılaştırılır:

$$V(S_A \geq S_B) = 0.81 \quad V(S_A \geq S_C) = 0.50$$

$$V(S_B \geq S_A) = 1.00 \quad V(S_B \geq S_C) = 0.71$$

$$V(S_C \geq S_A) = 1.00 \quad V(S_C \geq S_B) = 1.00$$

Her kriterin diğer kriterlerle karşılaştırılması sonucunda, her kriter için bulunan minimum değer ele alınarak W' ağırlık vektörü şu şekilde yazılır:

$$W' = (0.50, 0.71, 1.00)^T$$

W' ağırlık vektörü normalize edilerek aşağıdaki sonuca ulaşılır:

$$W = (0.23, 0.32, 0.45)^T$$

Tablo 21'de A tedarikçisi %23, B tedarikçisi %32 ve C tedarikçisinin %45 önem ağırlığına sahip olduğu gösterilmiştir.

Tablo 21: İndirim oranı alt kriterinin tedarikçilere göre elde edilen ağırlıkları.

İndirim oranı alt kriteri	A Tedarikçisi	B Tedarikçisi	C Tedarikçisi
Ağırlıklar	0.23	0.32	0.45

Tablo 22: Ödeme kolaylığı alt kriteri için tedarikçilerin ikili karşılaştırma matrisi.

Ödeme kolaylığı alt kriteri	A Tedarikçisi	B Tedarikçisi	C Tedarikçisi
A Tedarikçisi	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 3/2)	(2/3, 1, 3/2)
B Tedarikçisi	(2/3, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 3/2)
C Tedarikçisi	(2/3, 1, 3/2)	(2/3, 1, 3/2)	(1, 1, 1)

Tablo 22'nin sentez değerleri şu şekilde hesaplanır:

$$S_A = (2.33, 3.00, 4.00) \times (0.08, 0.11, 0.14) = (0.19, 0.33, 0.56)$$

$$S_B = (2.33, 3.00, 4.00) \times (0.08, 0.11, 0.14) = (0.19, 0.33, 0.56)$$

$$S_C = (2.33, 3.00, 4.00) \times (0.08, 0.11, 0.14) = (0.19, 0.33, 0.56)$$

Sentez değerleri bulunduktan sonra bu değerlerin olabilirlik dereceleri $\min V(S_{Kriter2} \geq S_{Kriter1})$ değerleri için aşağıdaki gibi karşılaştırılır:

$$V(S_A \geq S_B)=1.00 \quad V(S_A \geq S_C)=1.00$$

$$V(S_B \geq S_A)=1.00 \quad V(S_B \geq S_C)=1.00$$

$$V(S_C \geq S_A)=1.00 \quad V(S_C \geq S_B)=1.00$$

Her kriterin diğer kriterlerle karşılaştırılması sonucunda, her kriter için bulunan minimum değer ele alınarak W' ağırlık vektörü şu şekilde yazılır:

$$W' = (1.00, 1.00, 1.00)^T$$

W' ağırlık vektörü normalize edilerek aşağıdaki sonuca ulaşılır:

$$W = (0.33, 0.33, 0.33)^T$$

Çıkan sonuçlara bakıldığında A tedarikçisi %33, B tedarikçisi %33 ve C tedarikçisinin %33 önem ağırlığına sahip olduğu gösterilmiştir.

Tablo 23: Ödeme kolaylığı alt kriterinin tedarikçilere göre elde edilen ağırlıkları.

Ödeme kolaylığı alt kriteri	A Tedarikçisi	B Tedarikçisi	C Tedarikçisi
Ağırlıklar	0.33	0.33	0.33

Tablo 24: Zamanında teslim alt kriteri için tedarikçilerin ikili karşılaştırma matrisi.

Zamanında teslim alt kriteri	A Tedarikçisi	B Tedarikçisi	C Tedarikçisi
A Tedarikçisi	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 3/2)	(2/3, 1, 3/2)
B Tedarikçisi	(2/3, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 3/2)
C Tedarikçisi	(2/3, 1, 3/2)	(2/3, 1, 3/2)	(1, 1, 1)

Tablo 24'ün sentez değerleri şu şekilde hesaplanır:

$$S_A = (2.33, 3.00, 4.00) \times (0.08, 0.11, 0.14) = (0.19, 0.33, 0.56)$$

$$S_B = (2.33, 3.00, 4.00) \times (0.08, 0.11, 0.14) = (0.19, 0.33, 0.56)$$

$$S_C = (2.33, 3.00, 4.00) \times (0.08, 0.11, 0.14) = (0.19, 0.33, 0.56)$$

Sentez değerleri bulunduktan sonra bu değerlerin olabilirlik dereceleri $\min V(S_{Kriter2} \geq S_{Kriter1})$ değerleri için aşağıdaki gibi karşılaştırılır:

$$V(S_A \geq S_B)=1.00$$

$$V(S_A \geq S_C)=1.00$$

$$V(S_B \geq S_A)=1.00$$

$$V(S_B \geq S_C)=1.00$$

$$V(S_C \geq S_A)=1.00$$

$$V(S_C \geq S_B)=1.00$$

Her kriterin diğer kriterlerle karşılaştırılması sonucunda, her kriter için bulunan minimum değer ele alınarak W' ağırlık vektörü şu şekilde yazılır:

$$W' = (1.00, 1.00, 1.00)^T$$

W' ağırlık vektörü normalize edilerek aşağıdaki sonuca ulaşılır:

$$W = (0.33, 0.33, 0.33)^T$$

Çıkan sonuçlara bakıldığında A tedarikçisi %33, B tedarikçisi %33 ve C tedarikçisinin %33 önem ağırlığına sahip olduğu gösterilmiştir.

Tablo 25: Zamanında teslim alt kriterinin tedarikçilere göre elde edilen ağırlıkları.

Zamanında teslim alt kriteri	A Tedarikçisi	B Tedarikçisi	C Tedarikçisi
Ağırlıklar	0.33	0.33	0.33

Tablo 26: Güvenilir teslim alt kriteri için tedarikçilerin ikili karşılaştırma matrisi.

Güvenilir teslim alt kriteri	A Tedarikçisi	B Tedarikçisi	C Tedarikçisi
A Tedarikçisi	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 3/2)	(2/3, 1, 3/2)
B Tedarikçisi	(2/3, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 3/2)
C Tedarikçisi	(2/3, 1, 3/2)	(2/3, 1, 3/2)	(1, 1, 1)

Tablo 26'nın sentez değerleri şu şekilde hesaplanır:

$$S_A = (2.33, 3.00, 4.00) \times (0.08, 0.11, 0.14) = (0.19, 0.33, 0.56)$$

$$S_B = (2.33, 3.00, 4.00) \times (0.08, 0.11, 0.14) = (0.19, 0.33, 0.56)$$

$$S_C = (2.33, 3.00, 4.00) \times (0.08, 0.11, 0.14) = (0.19, 0.33, 0.56)$$

Sentez değerleri bulunduktan sonra bu değerlerin olabilirlik dereceleri $\min V(S_{Kriter2} \geq S_{Kriter1})$ değerleri için aşağıdaki gibi karşılaştırılır:

$$V(S_A \geq S_B)=1.00$$

$$V(S_A \geq S_C)=1.00$$

$$V(S_B \geq S_A)=1.00$$

$$V(S_B \geq S_C)=1.00$$

$$V(S_C \geq S_A)=1.00$$

$$V(S_C \geq S_B)=1.00$$

Her kriterin diğer kriterlerle karşılaştırılması sonucunda, her kriter için bulunan minimum değer ele alınarak W' ağırlık vektörü şu şekilde yazılır:

$$W' = (1.00, 1.00, 1.00)^T$$

W' ağırlık vektörü normalize edilerek aşağıdaki sonuca ulaşılır:

$$W = (0.33, 0.33, 0.33)^T$$

Çıkan sonuçlara bakıldığında A tedarikçisi %33, B tedarikçisi %33 ve C tedarikçisinin %33 önem ağırlığına sahip olduğu gösterilmiştir.

Tablo 27: Güvenilir teslim alt kriterinin tedarikçilere göre elde edilen ağırlıkları.

Güvenilir teslim alt kriteri	A Tedarikçisi	B Tedarikçisi	C Tedarikçisi
Ağırlıklar	0.33	0.33	0.33

Tablo 28: Teslimat şekli alt kriteri için tedarikçilerin ikili karşılaştırma matrisi.

Teslimat şekli alt kriteri	A Tedarikçisi	B Tedarikçisi	C Tedarikçisi
A Tedarikçisi	(1, 1, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/7, 1/3, 2/5)
B Tedarikçisi	(3/2, 2, 5/2)	(1, 1, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)
C Tedarikçisi	(5/2, 3, 7/2)	(3/2, 2, 5/2)	(1, 1, 1)

Tablo 28'in sentez değerleri şu şekilde hesaplanır:

$$S_A = (1.69, 1.83, 2.07) \quad X \quad (0.08, 0.09, 0.10) = (0.14, 0.16, 0.21)$$

$$S_B = (2.90, 3.50, 4.17) \quad X \quad (0.08, 0.09, 0.10) = (0.23, 0.32, 0.42)$$

$$S_C = (5.00, 6.00, 7.00) \quad X \quad (0.08, 0.09, 0.10) = (0.40, 0.54, 0.70)$$

Sentez değerleri bulunduktan sonra bu değerlerin olabilirlik dereceleri $\min V(S_{Kriter2} \geq S_{Kriter1})$ değerleri için aşağıdaki gibi karşılaştırılır:

$$V(S_A \geq S_B) = 0.00$$

$$V(S_A \geq S_C) = 0.00$$

$$V(S_B \geq S_A) = 1.00$$

$$V(S_B \geq S_C) = 0.08$$

$$V(S_C \geq S_A) = 1.00$$

$$V(S_C \geq S_B) = 1.00$$

Her kriterin diğer kriterlerle karşılaştırılması sonucunda, her kriter için bulunan minimum değer ele alınarak W' ağırlık vektörü şu şekilde yazılır:

$$W' = (0.00, 0.08, 1.00)^T$$

W' ağırlık vektörü normalize edilerek aşağıdaki sonuca ulaşılır:

$$W = (0.00, 0.07, 0.93)^T$$

Tablo 29’da A tedarikçisi %23, B tedarikçisi %32 ve C tedarikçisininin %45 önem ağırlığına sahip olduğu gösterilmiştir.

Tablo 29: Teslimat şekli alt kriterinin tedarikçilere göre elde edilen ağırlıkları.

Teslimat şekli alt kriteri	A Tedarikçisi	B Tedarikçisi	C Tedarikçisi
Ağırlıklar	0.00	0.07	0.93

Tablo 30: Ürün iptali alt kriteri için tedarikçilerin ikili karşılaştırma matrisi.

Gecikme dolayısıyla ürün iptali alt kriteri	A Tedarikçisi	B Tedarikçisi	C Tedarikçisi
A Tedarikçisi	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 3/2)	(2/3, 1, 3/2)
B Tedarikçisi	(2/3, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 3/2)
C Tedarikçisi	(2/3, 1, 3/2)	(2/3, 1, 3/2)	(1, 1, 1)

Tablo 30’un sentez değerleri şu şekilde hesaplanır:

$$S_A = (2.33, 3.00, 4.00) \quad X \quad (0.08, 0.11, 0.14) = (0.19, 0.33, 0.56)$$

$$S_B = (2.33, 3.00, 4.00) \quad X \quad (0.08, 0.11, 0.14) = (0.19, 0.33, 0.56)$$

$$S_C = (2.33, 3.00, 4.00) \quad X \quad (0.08, 0.11, 0.14) = (0.19, 0.33, 0.56)$$

Sentez değerleri bulunduktan sonra bu değerlerin olabilirlik dereceleri $\min V(S_{Kriter2} \geq S_{Kriter1})$ değerleri için aşağıdaki gibi karşılaştırılır:

$$V(S_A \geq S_B)=1.00$$

$$V(S_A \geq S_C)=1.00$$

$$V(S_B \geq S_A)=1.00$$

$$V(S_B \geq S_C)=1.00$$

$$V(S_C \geq S_A)=1.00$$

$$V(S_C \geq S_B)=1.00$$

Her kriterin diğer kriterlerle karşılaştırılması sonucunda, her kriter için bulunan minimum değer ele alınarak W’ ağırlık vektörü şu şekilde yazılır:

$$W' = (1.00, 1.00, 1.00)^T$$

W’ ağırlık vektörü normalize edilerek aşağıdaki sonuca ulaşılır:

$$W = (0.33, 0.33, 0.33)^T$$

Tablo 31’de A tedarikçisi %33, B tedarikçisi %33 ve C tedarikçisininin %33 önem ağırlığına sahip olduğu gösterilmiştir.

Tablo 31: Ürün iptali alt kriterinin tedarikçilere göre elde edilen ağırlıkları.

Gecikme dolayısıyla ürün iptali alt kriteri	A Tedarikçisi	B Tedarikçisi	C Tedarikçisi
Ağırlıklar	0.33	0.33	0.33

Tablo 32: Uygun hammadde alt kriteri için tedarikçilerin ikili karşılaştırma matrisi.

Uygun hammadde alt kriteri	A Tedarikçisi	B Tedarikçisi	C Tedarikçisi
A Tedarikçisi	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 3/2)	(2/3, 1, 3/2)
B Tedarikçisi	(2/3, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 3/2)
C Tedarikçisi	(2/3, 1, 3/2)	(2/3, 1, 3/2)	(1, 1, 1)

Tablo 32'nin sentez değerleri şu şekilde hesaplanır:

$$S_A = (2.33, 3.00, 4.00) \times (0.08, 0.11, 0.14) = (0.19, 0.33, 0.56)$$

$$S_B = (2.33, 3.00, 4.00) \times (0.08, 0.11, 0.14) = (0.19, 0.33, 0.56)$$

$$S_C = (2.33, 3.00, 4.00) \times (0.08, 0.11, 0.14) = (0.19, 0.33, 0.56)$$

Sentez değerleri bulunduktan sonra bu değerlerin olabilirlik dereceleri $\min(V(S_{Kriter2} \geq S_{Kriter1}))$ değerleri için aşağıdaki gibi karşılaştırılır:

$$V(S_A \geq S_B) = 1.00 \quad V(S_A \geq S_C) = 1.00$$

$$V(S_B \geq S_A) = 1.00 \quad V(S_B \geq S_C) = 1.00$$

$$V(S_C \geq S_A) = 1.00 \quad V(S_C \geq S_B) = 1.00$$

Her kriterin diğer kriterlerle karşılaştırılması sonucunda, her kriter için bulunan minimum değer ele alınarak W' ağırlık vektörü şu şekilde yazılır:

$$W' = (1.00, 1.00, 1.00)^T$$

W' ağırlık vektörü normalize edilerek aşağıdaki sonuca ulaşılır:

$$W = (0.33, 0.33, 0.33)^T$$

Tablo 33'de A tedarikçisi %33, B tedarikçisi %33 ve C tedarikçisinin %33 önem ağırlığına sahip olduğu gösterilmiştir.

Tablo 33: Uygun hammadde alt kriterinin tedarikçilere göre elde edilen ağırlıkları.

Uygun hammadde alt kriteri	A Tedarikçisi	B Tedarikçisi	C Tedarikçisi
Ağırlıklar	0.33	0.33	0.33

Tablo 34: Hammaddenin kalitesi alt kriteri için tedarikçilerin ikili karşılaştırma matrisi.

Hammaddenin kalitesi alt kriteri	A Tedarikçisi	B Tedarikçisi	C Tedarikçisi
A Tedarikçisi	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 3/2)	(2/3, 1, 3/2)
B Tedarikçisi	(2/3, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(3/2, 2, 5/2)
C Tedarikçisi	(2/3, 1, 3/2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1, 1, 1)

Tablo 34'ün sentez değerleri şu şekilde hesaplanır:

$$S_A = (2.33, 3.00, 4.00) \times (0.08, 0.11, 0.13) = (0.19, 0.33, 0.52)$$

$$S_B = (3.17, 4.00, 5.00) \times (0.08, 0.11, 0.13) = (0.25, 0.44, 0.65)$$

$$S_C = (2.07, 2.50, 3.17) \times (0.08, 0.11, 0.13) = (0.17, 0.28, 0.41)$$

Sentez değerleri bulunduktan sonra bu değerlerin olabirlik dereceleri $\min V(S_{Kriter2} \geq$

$S_{Kriter1})$ değerleri için aşağıdaki gibi karşılaştırılır:

$$V(S_A \geq S_B) = 0.71$$

$$V(S_A \geq S_C) = 1.00$$

$$V(S_B \geq S_A) = 1.00$$

$$V(S_B \geq S_C) = 1.00$$

$$V(S_C \geq S_A) = 0.81$$

$$V(S_C \geq S_B) = 0.50$$

Her kriterin diğer kriterlerle karşılaştırılması sonucunda, her kriter için bulunan minimum değer ele alınarak W' ağırlık vektörü şu şekilde yazılır:

$$W' = (0.71, 1.00, 0.50)^T$$

W' ağırlık vektörü normalize edilerek aşağıdaki sonuca ulaşılır:

$$W = (0.32, 0.45, 0.23)^T$$

Tablo 35'de A tedarikçisi %32, B tedarikçisi %45 ve C tedarikçisinin %23 önem ağırlığına sahip olduğu gösterilmiştir.

Tablo 35: Hammaddenin kalitesi alt kriterinin tedarikçilere göre elde edilen ağırlıkları.

Hammaddenin kalitesi alt kriteri	A Tedarikçisi	B Tedarikçisi	C Tedarikçisi
Ağırlıklar	0.32	0.45	0.23

Tablo 36: Esneklik alt kriteri için tedarikçilerin ikili karşılaştırma matrisi.

Esneklik alt kriteri	A Tedarikçisi	B Tedarikçisi	C Tedarikçisi
A Tedarikçisi	(1, 1, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/5, 1/2, 2/3)
B Tedarikçisi	(3/2, 2, 5/2)	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 3/2)
C Tedarikçisi	(3/2, 2, 5/2)	(2/3, 1, 3/2)	(1, 1, 1)

Tablo 36'nın sentez değerleri şu şekilde hesaplanır:

$$S_A = (1.80, 2.00, 2.33) \times (0.08, 0.10, 0.12) = (0.14, 0.20, 0.28)$$

$$S_B = (3.17, 4.00, 5.00) \times (0.08, 0.10, 0.12) = (0.25, 0.40, 0.60)$$

$$S_C = (3.17, 4.00, 5.00) \times (0.08, 0.10, 0.12) = (0.25, 0.40, 0.60)$$

Sentez değerleri bulunduktan sonra bu değerlerin olabilirlik dereceleri $\min V(S_{Kriter2} \geq S_{Kriter1})$ değerleri için aşağıdaki gibi karşılaştırılır:

$$V(S_A \geq S_B) = 0.13 \quad V(S_A \geq S_C) = 0.13$$

$$V(S_B \geq S_A) = 1.00 \quad V(S_B \geq S_C) = 1.00$$

$$V(S_C \geq S_A) = 1.00 \quad V(S_C \geq S_B) = 1.00$$

Her kriterin diğer kriterlerle karşılaştırılması sonucunda, her kriter için bulunan minimum değer ele alınarak W' ağırlık vektörü şu şekilde yazılır:

$$W' = (0.13, 1.00, 1.00)^T$$

W' ağırlık vektörü normalize edilerek aşağıdaki sonuca ulaşılır:

$$W = (0.06, 0.47, 0.47)^T$$

Tablo 37'de A tedarikçisi %6, B tedarikçisi %47 ve C tedarikçisinin %47 önem ağırlığına sahip olduğu gösterilmiştir.

Tablo 37: Esneklik alt kriterinin tedarikçilere göre elde edilen ağırlıkları.

Esneklik alt kriteri	A Tedarikçisi	B Tedarikçisi	C Tedarikçisi
Ağırlıklar	0.06	0.47	0.47

Tablo 38: İletişim alt kriteri için tedarikçilerin ikili karşılaştırma matrisi.

İletişim alt kriteri	A Tedarikçisi	B Tedarikçisi	C Tedarikçisi
A Tedarikçisi	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 3/2)	(2/3, 1, 3/2)
B Tedarikçisi	(2/3, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 3/2)
C Tedarikçisi	(2/3, 1, 3/2)	(2/3, 1, 3/2)	(1, 1, 1)

Tablo 38'in sentez değerleri şu şekilde hesaplanır:

$$S_A = (2.33, 3.00, 4.00) \times (0.08, 0.11, 0.14) = (0.19, 0.33, 0.56)$$

$$S_B = (2.33, 3.00, 4.00) \times (0.08, 0.11, 0.14) = (0.19, 0.33, 0.56)$$

$$S_C = (2.33, 3.00, 4.00) \times (0.08, 0.11, 0.14) = (0.19, 0.33, 0.56)$$

Sentez değerleri bulunduktan sonra bu değerlerin olabilirlik dereceleri $\min V(S_{Kriter2} \geq S_{Kriter1})$ değerleri için aşağıdaki gibi karşılaştırılır:

$$V(S_A \geq S_B)=1.00$$

$$V(S_A \geq S_C)=1.00$$

$$V(S_B \geq S_A)=1.00$$

$$V(S_B \geq S_C)=1.00$$

$$V(S_C \geq S_A)=1.00$$

$$V(S_C \geq S_B)=1.00$$

Her kriterin diğer kriterlerle karşılaştırılması sonucunda, her kriter için bulunan minimum değer ele alınarak W' ağırlık vektörü şu şekilde yazılır:

$$W' = (1.00, 1.00, 1.00)^T$$

W' ağırlık vektörü normalize edilerek aşağıdaki sonuca ulaşılır:

$$W = (0.33, 0.33, 0.33)^T$$

Tablo 39'da A tedarikçisi %33, B tedarikçisi %33 ve C tedarikçisinin %33 önem ağırlığına sahip olduğu gösterilmiştir.

Tablo 39: İletişim alt kriterinin tedarikçilere göre elde edilen ağırlıkları.

İletişim alt kriteri	A Tedarikçisi	B Tedarikçisi	C Tedarikçisi
Ağırlıklar	0.33	0.33	0.33

Tablo 40: Hızlı cevap verebilme alt kriteri için tedarikçilerin ikili karşılaştırma matrisi.

Hızlı cevap verebilme alt kriteri	A Tedarikçisi	B Tedarikçisi	C Tedarikçisi
A Tedarikçisi	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 3/2)	(2/5, 1/2, 2/3)
B Tedarikçisi	(2/3, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)
C Tedarikçisi	(3/2, 2, 5/2)	(3/2, 2, 5/2)	(1, 1, 1)

Tablo 40'nin sentez değerleri şu şekilde hesaplanır:

$$S_A = (2.07, 2.50, 3.17) \times (0.08, 0.10, 0.12) = (0.17, 0.25, 0.38)$$

$$S_B = (2.07, 2.50, 3.17) \times (0.08, 0.10, 0.12) = (0.17, 0.25, 0.38)$$

$$S_C = (4.00, 5.00, 6.00) \times (0.08, 0.10, 0.12) = (0.32, 0.50, 0.72)$$

Sentez değerleri bulunduktan sonra bu değerlerin olabilirlik dereceleri $\min V(S_{Kriter2} \geq S_{Kriter1})$ değerleri için aşağıdaki gibi karşılaştırılır:

$$V(S_A \geq S_B)=1.00$$

$$V(S_A \geq S_C)=0.19$$

$$V(S_B \geq S_A)=1.00$$

$$V(S_B \geq S_C)=0.19$$

$$V(S_C \geq S_A)=1.00$$

$$V(S_C \geq S_B)=1.00$$

Her kriterin diğer kriterlerle karşılaştırılması sonucunda, her kriter için bulunan minimum değer ele alınarak W' ağırlık vektörü şu şekilde yazılır:

$$W' = (0.19, 0.19, 1.00)^T$$

W' ağırlık vektörü normalize edilerek aşağıdaki sonuca ulaşılır:

$$W = (0.14, 0.14, 0.72)^T$$

Tablo 41'de A tedarikçisi %33, B tedarikçisi %33 ve C tedarikçisinin %33 önem ağırlığına sahip olduğu gösterilmiştir.

Tablo 41: Hızlı cevap verebilme alt kriterinin tedarikçilere göre elde edilen ağırlıkları.

Hızlı cevap verebilme alt kriteri	A Tedarikçisi	B Tedarikçisi	C Tedarikçisi
Ağırlıklar	0.14	0.14	0.72

Tablo 42'de fiyat kriterine göre tedarikçilerin önem ağırlıkları verilmiştir. Fiyat kriterine göre en çok öneme sahip olan tedarikçi %37 değer ile C tedarikçisi olmuştur.

Tablo 42: Fiyat kriterine göre elde edilen ağırlıklar.

Fiyat kriteri	Uygun fiyat	İndirim oranı	Ödeme kolaylığı	Alternatiflerin görelî ağırlıkları
Ağırlık	0.33	0.33	0.33	
Alternatifler				
A	0.33	0.23	0.33	0.29
B	0.33	0.32	0.33	0.32
C	0.33	0.45	0.33	0.37

Tablo 43'de teslimat kriterine göre tedarikçilerin önem ağırlıkları verilmiştir. Teslimat kriterine göre en çok öneme sahip olan tedarikçi %43 değer ile C tedarikçisi olmuştur.

Tablo 43: (devam ediyor) Teslimat kriterine göre elde edilen ağırlıklar.

Teslimat kriteri	Zamanında teslim	Güvenilir teslim	Teslim şekli	Gecikme dolayısıyla ürün iptali	Alternatiflerin görelî ağırlıkları
Ağırlık	0.49	0.35	0.16	0.00	

Alternatifler					
A	0.33	0.33	0.00	0.33	0.28
B	0.33	0.33	0.07	0.33	0.29
C	0.33	0.33	0.93	0.33	0.43

Tablo 44’de hammadde kriterine göre tedarikçilerin önem ağırlıkları verilmiştir. Hammadde kriterine göre üç tedarikçinin de %33 değer ile eşit öneme sahip olduğu belirlenmiştir.

Tablo 44: Hammadde kriterine göre elde edilen ağırlıklar.

Hammadde kriteri	Uygun hammadde	Hammaddenin kalitesi	Alternatiflerin görel ağırlıkları
Ağırlık	1.00	0.00	
Alternatifler			
A	0.33	0.32	0.33
B	0.33	0.45	0.33
C	0.33	0.23	0.33

Tablo 45’de hizmet kriterine göre tedarikçilerin önem ağırlıkları verilmiştir. Hizmet kriterine göre en çok öneme sahip olan tedarikçi %50 değer ile C tedarikçisi olmuştur.

Tablo 45: Hizmet kriterine göre elde edilen ağırlıklar.

Hizmet kriteri	Esneklik	İletişim	Hızlı cevap verebilme	Alternatiflerin görel ağırlıkları
Ağırlık	0.33	0.33	0.33	
Alternatifler				
A	0.06	0.33	0.14	0.17
B	0.47	0.33	0.14	0.31
C	0.47	0.33	0.72	0.50

Tablo 46’da dört ana kriter ile birlikte değerlendirilen tedarikçilerin ağırlıkları verilmiştir. En önemli ana kriterin %36 değer ile hammadde kriteri, ikinci önemli ana kriter olarak %24 fiyat ana kriteri olduğu gösterilmiştir. %39 değer ile ilk sırada C tedarikçisi yer almıştır. %32 değer ile ikinci sırada B tedarikçisi yer almıştır. %28 değer ile son sırada A tedarikçisi yer almıştır.

Tablo 46: Tedarikçinin belirlenmesine yönelik ağırlıklar.

Tedarikçi	Fiyat	Teslimat	Hammadde	Hizmet	Alternatif görelî ağırlık
Ağırlık	0.24	0.20	0.36	0.20	
Alternatifler					
A	0.29	0.28	0.33	0.17	0.28
B	0.32	0.29	0.33	0.31	0.32
C	0.37	0.43	0.33	0.50	0.39

7.3 Duyarlılık Analizi

Duyarlılık analizi; yeni bir ana kriterin, alt kriterin veya alternatifin eklenmesi ile mevcut ana kriterlerin, alt kriterlerin ve alternatiflerin önem değerlerinin hangi aralıklarda değiştiğini, bu durumdan ne derece etkilendiğini ölçmek için yapılan bir analizdir.

ÇKKV yöntemlerinden biri olan BAHP yöntemi, bir tedarikçi seçimi probleminin optimum çözümünü bulabilir. Katsayılar sabit kalabileceği gibi değişkenlik de gösterebilmektedir. Katsayılar bilindiği sürece optimum sonuç geçerli olmaktadır. Bu durumun tersi olduğunda bir diğer ifade ile katsayı değerlerinin değişmesi söz konusu olduğunda optimum sonucun da farklılık gösterebileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Yöneticiler, farklı durumlarda sonucun nasıl değişeceğini de bilmek isterler. Oluşabilecek değişiklikler, yeni fikirler, değerlendirilmesi gereken fakat gözden kaçmış olan bazı kriterler veya alternatifler değerlendirilmeye alınmalıdır. Karar vericiler duyarlılık analizinde; yeni bir ana kriterin, alt kriterin veya alternatifin eklenmesi durumunda önem ağırlıklarının nasıl bir değişim göstereceği konusunda bilgi edinmek isterler. Bu çalışmada, oluşturulan hiyerarşik yapıda ana kriterlere yeni bir ana kriterin eklenmesi ile önem derecelerinin hangi aralıklarda yer alabileceği incelenmiştir.

Ana kriterler tablosuna yeni bir satır ve sütun eklenerek hesaplamalar yapılmıştır. Eklenmiş olan yeni ana kriterin diğer tüm mevcut ana kriterlerden kesin önemli olduğu düşünülerek ve tüm mevcut ana kriterlerin eklenmiş olan yeni ana kriterden kesin önemli olduğu düşünülerek bulanık hesaplamalar yapılmıştır. İlk olarak yeni bir ana kriterin eklenmesi

durumu incelendiğinde ve tüm mevcut ana kriterlerin yeni ana kritere göre kesin önemli olduğu düşünülerek oluşturulan bulanık değerlendirme matrisi Tablo 47’de gösterilmiştir.

Tablo 47: Yeni ana kriterin en kötü olması durumuna göre oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi.

Ana kriterler	Fiyat	Teslimat	Hammadde	Hizmet	Yeni kriter
Fiyat	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 3/2)	(2/3, 1, 3/2)	(2/3, 1, 3/2)	(7/2, 4, 9/2)
Teslimat	(2/3, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 3/2)	(7/2, 4, 9/2)
Hammadde	(2/3, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)	(1, 1, 1)	(3/2, 2, 5/2)	(7/2, 4, 9/2)
Hizmet	(2/3, 1, 3/2)	(2/3, 1, 3/2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1, 1, 1)	(7/2, 4, 9/2)
Yeni kriter	(2/9, 1/4, 2/7)	(2/9, 1/4, 2/7)	(2/9, 1/4, 2/7)	(2/9, 1/4, 2/7)	(1, 1, 1)

Tablo 47’nin sentez değerleri şu şekilde hesaplanır:

$$\begin{aligned}
 S_F &= (6.50, 8.00, 10.00) \quad X \quad (0.02, 0.03, 0.04) = (0.13, 0.24, 0.40) \\
 S_T &= (6.23, 7.50, 9.17) \quad X \quad (0.02, 0.03, 0.04) = (0.12, 0.23, 0.37) \\
 S_H &= (8.17, 10.00, 12.00) \quad X \quad (0.02, 0.03, 0.04) = (0.16, 0.30, 0.48) \\
 S_{HT} &= (6.23, 7.50, 9.17) \quad X \quad (0.02, 0.03, 0.04) = (0.12, 0.23, 0.37) \\
 S_{YK} &= (1.88, 2.00, 2.14) \quad X \quad (0.02, 0.03, 0.04) = (0.04, 0.06, 0.09)
 \end{aligned}$$

Sentez değerleri bulunduktan sonra bu değerlerin olabilirlik dereceleri $\min V(S_{Kriter2} \geq S_{Kriter1})$ değerleri için aşağıdaki gibi karşılaştırılır:

$$\begin{aligned}
 V(S_F \geq S_T) &= 1.00 & V(S_F \geq S_H) &= 0.80 & V(S_F \geq S_{HT}) &= 1.00 & V(S_F \geq S_{YK}) &= 1.00 \\
 V(S_T \geq S_F) &= 0.96 & V(S_T \geq S_H) &= 0.75 & V(S_T \geq S_{HT}) &= 1.00 & V(S_T \geq S_{YK}) &= 1.00 \\
 V(S_H \geq S_F) &= 1.00 & V(S_H \geq S_T) &= 1.00 & V(S_H \geq S_{HT}) &= 1.00 & V(S_H \geq S_{YK}) &= 1.00 \\
 V(S_{HT} \geq S_F) &= 0.96 & V(S_{HT} \geq S_T) &= 1.00 & V(S_{HT} \geq S_H) &= 0.75 & V(S_{HT} \geq S_{YK}) &= 1.00 \\
 V(S_{YK} \geq S_F) &= 0.00 & V(S_{YK} \geq S_T) &= 0.00 & V(S_{YK} \geq S_H) &= 0.00 & V(S_{YK} \geq S_{HT}) &= 0.00
 \end{aligned}$$

Hesaplamalar sonucu Tablo 47’den elde edilen ağırlık değerleri $W = (0.24, 0.23, 0.30, 0.23, 0.00)^T$ olarak bulunmuştur.

Tablo 48: Yeni ana kriterin en iyi olması durumuna göre oluşturulan ikili karşılaştırma matrisi.

Ana kriterler	Fiyat	Teslimat	Hammadde	Hizmet	Yeni kriter
Fiyat	(1, 1, 1)	(2/3, 1, 3/2)	(2/3, 1, 3/2)	(2/3, 1, 3/2)	(2/9, 1/4, 2/7)
Teslimat	(2/3, 1, 3/2)	(1, 1, 1)	(2/5, 1/2, 2/3)	(2/3, 1, 3/2)	(2/9, 1/4, 2/7)
Hammadde	(2/3, 1, 3/2)	(3/2, 2, 5/2)	(1, 1, 1)	(3/2, 2, 5/2)	(2/9, 1/4, 2/7)
Hizmet	(2/3, 1, 3/2)	(2/3, 1, 3/2)	(2/5, 1/2, 2/3)	(1, 1, 1)	(2/9, 1/4, 2/7)
Yeni kriter	(7/2, 4, 9/2)	(7/2, 4, 9/2)	(7/2, 4, 9/2)	(7/2, 4, 9/2)	(1, 1, 1)

Tablo 48'in sentez değerleri şu şekilde hesaplanır:

$$\begin{aligned}
 S_F &= (3.22, 4.25, 5.79) \quad X \quad (0.02, 0.03, 0.04) = (0.06, 0.13, 0.23) \\
 S_T &= (2.96, 3.75, 4.95) \quad X \quad (0.02, 0.03, 0.04) = (0.06, 0.11, 0.20) \\
 S_H &= (4.89, 6.25, 7.79) \quad X \quad (0.02, 0.03, 0.04) = (0.10, 0.19, 0.30) \\
 S_{HT} &= (2.96, 3.75, 4.95) \quad X \quad (0.02, 0.03, 0.04) = (0.06, 0.11, 0.20) \\
 S_{YK} &= (15.00, 17.00, 19.00) \quad X \quad (0.02, 0.03, 0.04) = (0.30, 0.51, 0.76)
 \end{aligned}$$

Sentez değerleri bulunduktan sonra bu değerlerin olabilirlik dereceleri $\min V(S_{Kriter2} \geq S_{Kriter1})$ değerleri için aşağıdaki gibi karşılaştırılır:

$$\begin{aligned}
 V(S_F \geq S_T) &= 1.00 & V(S_F \geq S_H) &= 0.68 & V(S_F \geq S_{HT}) &= 1.00 & V(S_F \geq S_{YK}) &= 0.00 \\
 V(S_T \geq S_F) &= 0.88 & V(S_T \geq S_H) &= 0.56 & V(S_T \geq S_{HT}) &= 1.00 & V(S_T \geq S_{YK}) &= 0.00 \\
 V(S_H \geq S_F) &= 1.00 & V(S_H \geq S_T) &= 1.00 & V(S_H \geq S_{HT}) &= 1.00 & V(S_H \geq S_{YK}) &= 0.00 \\
 V(S_{HT} \geq S_F) &= 0.88 & V(S_{HT} \geq S_T) &= 1.00 & V(S_{HT} \geq S_H) &= 0.56 & V(S_{HT} \geq S_{YK}) &= 0.00 \\
 V(S_{YK} \geq S_F) &= 1.00 & V(S_{YK} \geq S_T) &= 1.00 & V(S_{YK} \geq S_H) &= 1.00 & V(S_{YK} \geq S_{HT}) &= 1.00
 \end{aligned}$$

Hesaplamalar sonucu Tablo 48'den elde edilen ağırlık değerleri $W = (0.00, 0.00, 0.00, 0.00, 1.00)^T$ olarak bulunmuştur.

Tablo 49 ise yeni bir ana kriterin eklenmesi durumunda ana kriterlerin önem derecelerinin hangi aralıklarda deęiŖeceęini göstermektedir. Tüm mevcut ana kriterlerin alt limit değeri 0 ıkmıŖtır. Bunun nedeni ise yeni eklenen ana kriterin mevcut ana kriterlere göre daha önemli olma olasılığından kaynaklanmaktadır. st limit değerlerine bakıldığında birbirinden farklı değerler aldığı görülmektedir. Bu sonuçlardan yola çıkararak daha önce iŖletme için en önemli olan hammadde ana kriterinin önem derecesi 0,36 iken yeni kriterin eklenmesi ile önem derecesi 0,30 olmuŖtur. Bu durum, gerekli ihtiyaçların zamanla farklılık gösterebilmesi, ele alınması gereken kriterin göz ardı edilebilmesi, karar vericilerin zamanla dŖncelerinin farklılaŖabilmesi gibi birçok nedenden dolayı gerekleŖebilmektedir.

Tablo 49: Yeni bir ana kriterin eklenmesi ile oluŖan önem derecelerinin deęiŖim aralığı.

Ana kriterler	DeęiŖim aralıkları
Fiyat	0.00 – 0.24
Teslimat	0.00 – 0.23
Hammadde	0.00 – 0.30
Hizmet	0.00 – 0.23
Yeni kriter	0.00 – 1.00

BÖLÜM VIII

SONUÇ

Bu çalışmada, tedarikçi seçimi problemine ÇKKV tekniklerinden olan BAHP yöntemi uygulanmıştır. Düzce İli'nde faaliyet gösteren bir ambalaj fabrikasında, satın alma sorumlusu olan beş uzman kişi ile görüşülerek anketler cevaplandırılmış, uzmanların görüşleri göz önünde bulundurularak dört ana kriter ve on iki alt kriter belirlenerek ikili karşılaştırmalar yapılmıştır. Kriterlerin ağırlık değerleri hesaplanmıştır. Her bir kritere göre üç alternatif tedarikçinin önem dereceleri hesaplanmış ve tercih sıralaması yapılmıştır. BAHP yöntemi alternatif tedarikçiler arasında seçim yapmak için kullanılmıştır. Nicel değerlendirmelerin yanında nitel değerlendirmelere de yer verilmiştir. BAHP öznel değerlendirmelere yer verdiği için farklı kişiler tarafından farklı bir şekilde değerlendirilebilmektedir. Bu farklı değerlendirmelere göre sonuçların değişme olasılığı olabilmektedir. Bu durum eleştiriye açık bir durumdur. Bu durumda tekrar uzman görüşüne başvurulması ve verilerin yetkin kişilerin değerlendirilmesiyle daha doğru sonuçlar vermesi sağlanacaktır.

Bu çalışma sonucunda araştırmanın uygulama sahası için seçilen ambalaj fabrikası için en uygun tedarikçi seçimi probleminde en önemli ana kriterin hammadde kriteri olduğu tespit edilmiştir. Buna bağlı olarak ilk tercih edilmesi gereken tedarikçinin C tedarikçisi, ikinci sırada B tedarikçisi ve son sırada A tedarikçisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışmada, BAHP yönteminde yapılan matematiksel işlemleri gerçekleştirebilen bir bilgisayar programı geliştirilmiştir.

Mevcut araştırma sonucunda hammadde kriterinin çok önemli bulunma durumundan farklı olarak Dickson (1966)'ın yapmış olduğu çalışmada en uygun tedarikçi seçiminde performans geçmişi, teslimat ve kalite kriterlerinin önemli olduğu belirtilmiştir. Söz konusu bu farklılığın, ikili karşılaştırma matrisinde uzman görüşüne bağlı olarak değişen önem derecelerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ünver (2010)'e göre tedarikçi seçimi için pazarın konumu, ürün cinsi, satış öncesi-anı-sonrası hizmet, fiyatlama ve kalite ana kriterlerinden en önemli kriterin pazarın konumu kriterinin olduğu belirtilmiştir. Öztürk ve Başkaya (2012)'ya göre en uygun un tedarikçisi için fiyat/maliyet, esneklik, teslimat, kalite

ana kriterleri ve on dört alt kriter ile üç alternatif arasından seçim yapmış ve işletmeye göre en önemli ana kriterlerin kalite ile fiyat/maliyet ana kriterlerinin olduğu belirtilmiştir. Civir (2015)'e göre de tedarikçi seçimi için fiyat, kalite, teslimat ve müşteri memnuniyeti ana kriterleri arasında en önemli ana kriterin kalite kriterinin önemli olduğu belirtilerek bu çalışma ile benzer sonuçlara ulaşılmıştır.

Bu uygulamayı işletmelere uyarlayarak farklı kriterler üzerinden yapmak da mümkündür. Kriter sayıları azaltılıp artırılabilir. Kriterler belirlenirken probleme yönelik karar vericilerin objektif ve sübjektif kararları göz önünde bulundurularak bir değerlendirme yapılmalıdır.

Bu alanda geliştirilen program sayısının oldukça az olması bir gereksinim olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada, bir bilgisayar programı geliştirilmiş ve geliştirilen bilgisayar programı ile BAHP yönteminde yapılan tüm matematiksel işlemlerin yapılması ve karar vericilerin sonuca daha kısa sürede ulaşabilmeleri amaçlanmıştır.

Her işletme kendi özellikleri doğrultusunda belirlemiş olduğu kriterlerini, alt kriterlerini, alternatiflerini programa tanıtarak gerekli hesaplamaları yaptırabilecektir. Geliştirilen bu programın daha geniş kitlelere ulaşabilmesi için internet sitesinde ücretsiz olarak kullanıma izin verilmesi planlanmaktadır.

BAHP yönteminde yapılan işlemleri gerçekleştirebilen çok fazla program bulunmamaktadır. Bu çalışmada geliştirilmiş olan bilgisayar programının bir benzeri Takahagi (2000) tarafından yapılmıştır. BAHP yönteminde yapılan tüm işlemler bu programda da yer almaktadır. Bu programa ait birkaç ekran görüntüsü Ek B, Ek C ve Ek D'de verilmiştir.

KAYNAKLAR

- Akdeniz, H. A. ve Turgutlu, T. (2007). Türkiye’de Perakende Sektöründe Analitik Hiyerarşik Süreç Yaklaşımıyla Tedarikçi Performans Değerlendirilmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 9(1)
- Altunöz, C. (2001). *Supplier Selection in Textiles: A Fuzzy Approach*. Doctor of Philosoph. North Carolina: Graduate Faculty of North Carolina State University.
- Arslan, T. ve Khirsty, J. (2006). A Rational Approach to Handling Fuzzy Perceptions in Route Choice. *European Journal of Operational Research*, 168(29), Europe, 571-583.
- Aslan, E. (2009). *Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi Yardımıyla Tedarikçi Seçimi ve Üretim Sektöründe Bir Uygulama*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Aydın, Ö. ve Arslan, G. (2010). Optimal Hospital Location With Fuzzy AHP. *The Business Review*, Cambridge. 15, 262-268.
- Ayyıldız, G. (2003). *CIM Yatırımlarının Bulanık AHP Yöntemi ile Değerlendirilmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Baba, A. F. (1995). *İTU Triga Mark-II Reaktörünün Bulanık Mantık Kontrolü*. Yayınlanmış Doktora Tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Bark, N. (2015). *Bulanık Mantık Yaklaşımı ile Mobilya Sektöründe Tedarikçi Seçimi*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. Sakarya: Sakarya Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Başlıgil, H. (2005). The Fuzzy Analytic Hierarchy Process For Software Selection Problems. *Yıldız Teknik Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 3.
- Baykan, N. ve Beyan, T. (2004). *Bulanık Mantık İlke ve Temelleri*. Ankara: Bıçaklar Kitabevi.
- Boer, L., Labro, E., Morlacchi, P. (2001). A Review Of Methods Supporting Supplier Selection. *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 7, 75-89.
- Buckley, J. J. (2005). *Simulating Fuzzy Systems*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany, 205.
- Buckley, J. J. (1985). Fuzzy Hierarchical Analysis. *Fuzzy Sets and Systems*, 17 (3), s.235.
- Büyüközkan, G. (2004). Multi-Criteria Decision Making for E-Marketplace Selection. *Internet Research*, 14, 139.

- Büyüközkan, G., Çiftçi, G., Güteryüz, S. (2011). Strategic Analysis of Healthcare Service Quality Using Fuzzy AHP Methodology, *Expert Systems with Applications*, 38(8), 9407-9424.
- Calabrese, A., Costa, R., Menichini, T. (2013). Using Fuzzy AHP to Manage Intellectual Capital Assets: An Application to the ICT Service Industry, *Expert Systems with Applications*, 40(9), 3747-3755.
- Cedimoğlu, H.İ. ve Tunaacan, T. (2004). Örüntü Tanıma Sistemleriyle Tedarikçi Seçimi. *Yöneylem Araştırması, Endüstri Mühendisliği – XXIV Ulusal Kongresi*, Gaziantep-Adana, 13-17.
- Chamodrakas, I., Batis, D., Martakos, D. (2010). Supplier Selection in Electronic Market Places Using Satisficing and Fuzzy AHP, *Expert Systems with Applications*, 37(1), 490-498.
- Chang, D.Y. (1996). Applications of the Extent Analysis Method on Fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, 95(3), 649-655.
- Chen, S. M. (1996). Evaluating Weapon Systems Using Fuzzy Arithmetic Operations. *Fuzzy Sets and Systems*, 77(3), 265-276.
- Cheng, C. H. (1996). Evaluating Naval Tactical Missile Systems by Fuzzy AHP Based on the Grade Value of Membership Function. *European Journal of Operational Research*, 96(2), 343-350.
- Cheng, C. H., Yang, K. L., Hwang, C. H. (1999). Evaluating Attack Helicopters by AHP Based on Linguistic Variable Weight. *European Journal of Operational Research*, 116(2), 423-435.
- Chou, Y. C., Sun, C. C., Yen, H. Y. (2012). Evaluating the Criteria for Human Resource for Science and Technology (HRST) Based on an Integrated Fuzzy AHP and Fuzzy DEMATEL Approach. *Applied Soft Computing*, 12(1), s. 64-71.
- Civir, P. (2015). *Otomotiv Sektöründe Tedarikçi Seçiminde AHP- BAHF Karşılaştırması*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. Kocaeli: Kocaeli Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Çağman, N. (2006). Bulanık mantık. *Bilim ve Teknik*, 463, 50-51.
- Çevik, O. ve Yıldırım, Y. (2010). Bulanık Doğrusal Programlama İle Süt Ürünleri İşletmesinde Bir Uygulama. *Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 12(18), 15-26.
- Çınar, Y. (2004). *Çok Nitelikli Karar Verme ve 'Bankaların Mali Performanslarının Değerlendirilmesi' Örneği*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi, Ankara: Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 121.

- Dağdeviren, M., Akay, D., Kurt, M. (2004). İş Değerlendirme Sürecinde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Uygulaması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19(2), 131-138.
- Dickson, W. (1966). An Analysis of Vendor Selection: Systems and Decisions. *Journal of Purchasing*, 1(2), 5-17.
- Dinçer, S. E. (2009). Çok Amaçlı Karar Almada Bulanık Mantık ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Yöntemiyle Bir Siyasi Parti İçin Aday Belirleme Çalışması. *Marmara Üniversitesi Öneri Dergisi*, 8(31), 270.
- Dualibe, C., Verleysen, M., Jespers, P. G. (2003). Design of Analog Fuzzy Logic Controllers in CMOS Technologies: Implementation, Test and Application. *Kluwer Academic Publishers*, 227, The USA.
- Enea, M. ve Piazza, T. (2004). Project Selection by Constrained Fuzzy AHP. *Fuzzy Optimization and Decision Making*, 3(1), 39-62.
- Ertuğrul, İ. (2007). Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci ve Bir Tekstil İşletmesinde Makine Seçim Problemine Uygulanması. *Hacettepe Üniversitesi İİBF Dergisi*, 25(1), 171-192.
- Ertuğrul, İ. ve Karakaşoğlu, N. (2006). The Fuzzy Abnalytic Hierarchy Process for Supplier Selection and an Application in a Textile Company. *Proceedings of 5th International Symposium on Intelligent Manufacturing Systems*, 195-207.
- Felix, T. S. vd.(2007). Global Supplier Selection: A Fuzzy-AHP Approach. *International Journal of Production Research*, i First, 1-33.
- Gasimov, R. N. (2004). Karar Analizi. Osman Gazi Üniversitesi. Endüstri Mühendisliği Bölümü. Ders Notları.
- Göğüş, M. (1997). *Fuzzy Multi-Criteria Decision Making, Graduate Program in University of New Jersey*. Doctor of Philosophy. ABD: University of New Jersey.
- Gökbek, B. (2014). *Çok Ölçütlü Karar Verme Yaklaşımlarına Dayalı Tedarikçi Seçimi ve Bir Uygulama*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Göksu, A. ve Güngör, İ. (2008). Bulanık Analitik Hiyerarşik Proses ve Üniversite Tercih Sıralamasında Uygulanması. *Süleyman Demirel Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 13(3), 1-26.
- Görgülü, Ö. (2007). *Bulanık Mantık (Fuzzy Logic) Teorisi ve Tarımda Kullanım Olanakları Üzerine Bir Araştırma*. Yayınlanmış Doktora Tezi. Hatay: Mustafa Kemal Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Günel, Ü. (1997). Bulanık Mantık. *Otomasyon Dergisi*, (55), 50-55.

- Günden, C. ve Miran, B. (2008). Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanarak Çiftçi Kararlarının Analizi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 45(3), 195-204.
- Güner, H. (2005). *Bulanık AHP ve Bir İşletme İçin Tedarikçi Seçimi Problemine Uygulanması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Denizli: Pamukkale Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Güneri A. F., Yücel A., Ayyıldız G. (2009). An Integrated Fuzzy-İp Approach for a Supplier Selection Problem in Supply Chain Management. *Expert Systems with Applications*, 36(5), 9223-9228.
- Güngör, İ. ve İşler, B. D. (2005). Analitik Hiyerarşik Yaklaşım İle Otomobil Seçimi. *ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi*, 1(2), 21-33.
- Halavati, R. ve Shouraki, S. B. (2005). Fuzzy Sets and Systems. *Fuzzy Learning in Zamin Artificial World*, 152(3), 603-615.
- Heo, E., Kim, J., Boo, K. J. (2007). Analysis of the Assessment Factors for Renewable Energy Dissemination Program Evaluation Using Fuzzy AHP. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14, 2214-2220.
- Kahraman, C., Cebeci, U. ve Ruan, D. (2004). Multi Attribute Comparison of Catering Service Companies Using Fuzzy AHP: The Case of turkey. *International Journal of Economics*, 171-184.
- Kaptanoğlu, D. ve Özok, A.F. (2006). Akademik Performans Değerlendirilmesi İçin Bir Bulanık Model. *İTÜ Dergisi/d Mühendislik*, 5(1), 193-204.
- Karadayı, T. (2007). *Bulanık doğrusal programlama kullanılarak yapısal sistemlerin boyutlandırılması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Elazığ: Fırat Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Karagöz, S. (2009). *Tedarik Zinciri Yönetiminde Tedarikçi Seçimi ve AHP ile Uygulanması*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. Denizli: Pamukkale Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Karakaşoğlu, N. (2008). *Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Uygulama*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. Denizli: Pamukkale Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Karanfil, S. (1997). *Fuzzy Logic Problemlerinde Üyelik Fonksiyonunun Belirlenmesinde Deneysel Verilere Dayanarak Bir Yöntem Geliştirilmesi*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Keçeci, U. (2006). *Tedarikçi Seçim Probleminde Analitik Ağ Süreci*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kılınçcı, Ö. ve Önal, S. A. (2011). Fuzzy AHP Approach for Supplier Selection in a Washing Machine Company. *Expert Systems with Applications*, 38, 9656-9664.

- Kıyak, E. (2003). *Bulanık Mantık Yöntemiyle Uçuş Kontrol Uygulamaları*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Klir, G. J. ve Folger, T. A. (1988). Fuzzy Sets, Uncertainty and Information. *Prentice Hall*, New Jersey, 355.
- Klir, G. J. ve Yuan, B. (1995). Fuzzy Sets and Fuzzy Logic Theory and Application. *Prentice Hall*, New York, 592.
- Koçak, D. (2014). *Mobilya Sektöründe En Uygun Tedarikçi Seçimi İçin Çok Kriterli Karar Verme Tekniğinin Uygulanması*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. Kayseri: Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Krishnendu, S., Shankar, R., Yadav, S. S., Thakur, L. S. (2012). Supplier Selection Using Fuzzy AHP and Fuzzy Multi-Objective Linear Programming for Developing Low Carbon Supply Chain. *Expert Systems with Applications*, 39, 8182-8192.
- Kuo, R. J. ve Kao, S. C. (1999). A Decision Support System for Locating Convenience Store through Fuzzy AHP. *Computers & Industrial Engineering*, 37, 323.
- Kuo R. J., Chi S. C., Kao S. S. (2002). A Decision Support System For Selecting Convenience Store Location Through Integration of Fuzzy AHP and Artificial Neural Network. *Computers in Industry*, 199-214.
- Kuruüzüm, A. ve Atsan, N. (2001). Analitik Hiyerarşi Yöntemi ve İşletmecilik Alanındaki Uygulamaları. *Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi*, 1, 86.
- Laarhoven, P. J. M., Pedrycz, W. (1983). A Fuzzy Extension of Saaty's Priority Theory. *Fuzzy Sets and Systems*, 11, 229-241.
- Lee, E. K., Ha, S., Kim, S.K. (2001). Supplier Selection and Management System Considering Relationship in Supply Chain Management. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 48 (3), 307-318.
- Lee, A. H. I. (2009). A Fuzzy Supplier Selection Model With the Consideration of Benefits Opportunities, Costs and Risks. *Expert Systems with Applications*, 36, 2879-2893.
- Li D. F. ve Yang, J. B. (2004). Fuzzy Linear Programming Technique for Multi-Attribute Group Decision Making in Fuzzy Environments. *Information Sciences*, 264.
- Lin, H. (2010). An Application of Fuzzy AHP for Evaluating Course Website Quality. *Computers & Education*, 54(4), 877-888.
- Lyes, B. , Hongwei, D. ve Xiaolan, X.(2003). *Supplier Selection Problem: Selection Criteria and Methods*. INRIA 4726, 4 s.
- Mohaghar, A., Fathi, M. R., Zarchi, M. K., Omidian, A. (2012). A Combined VIKOR-Fuzzy AHP Approach to Marketing Strategy Selection. *Business Management and Strategy*, 3, 13-27.

- Nababan, E.B., Hamdan, A.R., Hasan, M.K. ve Mohamed, H.(2004). Fuzzy Membership Function in Determining SPC Allocation. *InterStat and The Journal of Statistical Computation and Simulation*.
- Narasimhan, R. (1983). An Analytical Approach to Supplier Selection. *Journal of Purchasing and Management*, 19(4), 27-32.
- Nasiboğlu, E. (2009). Noktalararası Bulanık Komşuluk İlişkilerine Dayalı Kümeleme Algoritmalarının Oluşturulması ve Analizi. TÜBİTAK-TBAG 106T312, 1-83 s.
- Önal, S. A. (2006). *Bir çamaşır makinası işletmesinde bulanık analitik hiyerarşi prosesine dayalı tedarikçi seçimi çalışması*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Öz, E. ve Baykoç, Ö. F. (2004). Tedarikçi Seçimi Problemine Karar Teorisi Destekli Uzman Sistem Yaklaşımı. *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19(3), 275-286.
- Özdemir, A. (2007). *Tedarikçi Seçiminde Karar Modelleri ve Bir Uygulama Denemesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Özdemir, A. (2010). Ürün Grupları Temelinde Tedarikçi Seçim Probleminin Ele Alınması ve Analitik Hiyerarşi Süreci ile Çözümlemesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İİBF Dergisi*, 12(1), 55-84.
- Özkan, M. M. (2003). *Bulanık Hedef Programlama*. (1. Baskı). Bursa: Ekin Kitabevi.
- Öztürk, B. A. ve Başkaya, Z. (2012). Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci ile Bir Ekmek Fabrikasında Un Tedarikçisinin Seçimi. *Business and Economics Research Journal*, 3(1), 131-159.
- Paksoy, T. (2010). Tedarik Zinciri Yönetiminde Tedarikçi Seçimi, Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi Ders Notları.
- Saaty, T. L. ve Özdemir M. S. (2003). Why The Magic Number Seven Plus or Minus Two. *Mathematical and Computer Modelling*, 38.
- Saaty, T. L. ve Vargas G. L. (2001). Model, Methods, Concepts & Applications of The Analytic Hierarchy Process. *Kluwer's International Series*, 3.
- Saaty, T. L. (1990). How to Make a Decision: The Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research*, 48 (1) , 9-26.
- Saaty, T. L.(1980). *The Analytical Hierarchy Process*. Mc Growhill Company, New York.
- Shimoda, M. (2002). A Natural Interpretation of Fuzzy Sets and Fuzzy Relations. *Fuzzy Sets and Systems*, 128(2), 135-147.

- Shamsuzzaman, M., Ullah, A. M. M. S., Bohez, E. L. J. (2003). Applying Linguistic Criteria in FMS Selection: Fuzzy Set AHP Approach. *Integrated Manufacturing Systems*, 14, 247.
- Sun, C. C. (2010). A Performance Evaluation Model by Integrating Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS Methods. *Expert Systems with Applications*, 37, 7745-7754.
- Şen, Z. (2004). *Mühendislikte Bulanık Mantık ile Modelleme Prensipleri*. Su Vakfi, İstanbul.
- Şenol, F. (2000). *Bulanık Mantık Kontrolcüsü*. Lisans Tezi. Ankara: Gazi Üniversitesi.
- Wang, Y. M., Luo, Y., Hua, Z. (2008). On The Extent Analysis Method For Fuzzy AHP and Its Application. *European Journal of Operational Research*, 186, 735-747.
- Wind, Y. ve Saaty T. L. (1980). Marketing Applications Of The Analytic Hierarchy Process. *Management Science*, 26(7), 641-658.
- Xia, W. ve Wu, Z. (2007). Supplier Selection With Multiple Criteria in Volume Discount Environments. *Omega*, 35, 494-504.
- Tahirov, A. (2009). Bilgisayar Destekli Bilgi Sistemleri. *Journal of Qafqaz University*.
- Takahagi, O. (2000). Fuzzy Integral Calculation Site (Fuzzy Integrals and Fuzzy Measure), çanaktan WEB, <http://www.isc.senshu-u.ac.jp/~thc0456/Efuzzyweb/> (19.01.2016).
- Türer, S., Ayvaz, B., Bayraktar, D., Bolat, B. (2008). Tedarikçi Değerlendirme Süreci İçin Yapılan Sinir Ağı Yaklaşımı: Gıda Sektöründe Bir Uygulama. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 20 (2), 31-40.
- Uzoka, F. M. E., Obot, O., Barker, K., Osuji, J. (2011). An Experimental Comparison of Fuzzy Logic and AHP for Medical Decision Support Systems. *Computer Methods and Programs Biomedicine*, 103(1), 10-27.
- Ünver, C. (2010). *Tedarikçi Seçiminde Bulanık AHP Yaklaşımı ve Bir Uygulama*. Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Vargas, G. L. (1990). An Overview of The Analytic Hierarchy Process and Its Applications. *European Journal of Operational Research*, 48(1), 2-8.
- Yang, Z., Wang, X., Fu, Y. (2012). Study on Early Warning Model of Coal Mining Engineering with Fuzzy AHP. *Systems Engineering Procedia*, 5, 113-118.
- Yılmaz, N. (2000). *Analitik Hiyerarşi Yaklaşımı*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Yılmaz, S. (2006). Bulanık Mantık ve Mühendislik Uygulamaları Ders Notları. KOÜ.
- Yılmaz, E. (2012). Bulanık AHP-VIKOR Bütünleşik Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi. *Marmara Üniversitesi İİBF Dergisi*, 33(2).

Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy Sets. *Information and Control*, 8(3), 338-353.

Zhu, K. J., Jing, Y., Chang, D. Y. (1999). A Discussion on Extent Analysis Method and Applications of Fuzzy AHP. *European Journal of Operational Research*, 116, 450.



EKLER

Ek A: Örnek anket

1	Eşit önemli
3	Biraz daha fazla önemli
5	Kuvvetli derece önemli
7	Çok kuvvetli derece önemli
9	Aşırı derece önemli

1)Aşağıda verilen kriterler arasında karşılaştırma yaparak size göre en önemli olan kritere değer veriniz.

Fiyat	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Teslimat
Fiyat	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Hammadde
Fiyat	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Hizmet
Teslimat	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Hammadde
Teslimat	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Hizmet
Hammadde	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Hizmet

2)Aşağıda verilen fiyat kriterleri arasında karşılaştırma yaparak size göre en önemli olan kritere değer veriniz.

En uygun fiyat	9	7	5	3	1	3	5	7	9	İndirim oranı
En uygun fiyat	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Ödeme kolaylığı
İndirim oranı	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Ödeme kolaylığı

3)Aşağıda verilen teslim kriterleri arasında karşılaştırma yaparak size göre en önemli olan kritere değer veriniz.

Zamanında teslim	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Güvenilir Teslim
Zamanında teslim	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Teslim şekli
Zamanında teslim	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Gecikme dolayısıyla ürün iptali
Güvenilir teslim	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Teslim şekli
Güvenilir teslim	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Gecikme dolayısıyla ürün iptali
Teslim şekli	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Gecikme dolayısıyla ürün iptali

4)Aşağıda verilen hammadde kriterleri arasında karşılaştırma yaparak size göre en önemli olan kritere değer veriniz.

Uygun hammadde	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Hammaddenin kalitesi
-------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----------------------

5)Aşağıda verilen hizmet kriterleri arasında karşılaştırma yaparak size göre en önemli olan kritere değer veriniz.

Esneklik: Daha önce belirlenen siparişler dışında gelen veya mevcut siparişlerin öne ya da ileri bir tarihe çekilmesi durumunda tedarikçinin bu değişikliğe cevap verebilme kabiliyetidir.

Esneklik	9	7	5	3	1	3	5	7	9	İletişim
----------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----------

Esneklik	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Hızlı cevap verebilme
İletişim	9	7	5	3	1	3	5	7	9	Hızlı cevap verebilme

6)Aşağıda verilen tedarikçiler arasında karşılaştırma yaparak işletmeye göre daha önemli olduğunu düşündüğünüz tedarikçiye değer veriniz.

En uygun fiyat açısından değerlendiriniz.

A Tedarikçisi	9	7	5	3	1	3	5	7	9	B Tedarikçisi
A Tedarikçisi	9	7	5	3	1	3	5	7	9	C Tedarikçisi
B Tedarikçisi	9	7	5	3	1	3	5	7	9	C Tedarikçisi

İndirim oranı açısından değerlendiriniz.

A Tedarikçisi	9	7	5	3	1	3	5	7	9	B Tedarikçisi
A Tedarikçisi	9	7	5	3	1	3	5	7	9	C Tedarikçisi
B Tedarikçisi	9	7	5	3	1	3	5	7	9	C Tedarikçisi

Ödeme kolaylığı açısından değerlendiriniz.

A Tedarikçisi	9	7	5	3	1	3	5	7	9	B Tedarikçisi
A Tedarikçisi	9	7	5	3	1	3	5	7	9	C Tedarikçisi
B Tedarikçisi	9	7	5	3	1	3	5	7	9	C Tedarikçisi

Zamanında teslim açısından değerlendiriniz.

A Tedarikçisi	9	7	5	3	1	3	5	7	9	B Tedarikçisi
A Tedarikçisi	9	7	5	3	1	3	5	7	9	C Tedarikçisi
B Tedarikçisi	9	7	5	3	1	3	5	7	9	C Tedarikçisi

Güvenilir teslim açısından değerlendiriniz.

A Tedarikçisi	9	7	5	3	1	3	5	7	9	B Tedarikçisi
A Tedarikçisi	9	7	5	3	1	3	5	7	9	C Tedarikçisi
B Tedarikçisi	9	7	5	3	1	3	5	7	9	C Tedarikçisi

Teslim şekli açısından değerlendiriniz.

A Tedarikçisi	9	7	5	3	1	3	5	7	9	B Tedarikçisi
A Tedarikçisi	9	7	5	3	1	3	5	7	9	C Tedarikçisi
B Tedarikçisi	9	7	5	3	1	3	5	7	9	C Tedarikçisi

Gecikme dolayısıyla ürün iptali açısından değerlendiriniz.

A Tedarikçisi	9	7	5	3	1	3	5	7	9	B Tedarikçisi
A Tedarikçisi	9	7	5	3	1	3	5	7	9	C Tedarikçisi
B Tedarikçisi	9	7	5	3	1	3	5	7	9	C Tedarikçisi

Uygun hammadde açısından değerlendiriniz.

A Tedarikçisi	9	7	5	3	1	3	5	7	9	B Tedarikçisi
A Tedarikçisi	9	7	5	3	1	3	5	7	9	C Tedarikçisi

B Tedarikçisi	9	7	5	3	1	3	5	7	9	C Tedarikçisi
---------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---------------

Hammaddenin kalitesi açısından değerlendiriniz.

A Tedarikçisi	9	7	5	3	1	3	5	7	9	B Tedarikçisi
A Tedarikçisi	9	7	5	3	1	3	5	7	9	C Tedarikçisi
B Tedarikçisi	9	7	5	3	1	3	5	7	9	C Tedarikçisi

Esneklik açısından değerlendiriniz.

A Tedarikçisi	9	7	5	3	1	3	5	7	9	B Tedarikçisi
A Tedarikçisi	9	7	5	3	1	3	5	7	9	C Tedarikçisi
B Tedarikçisi	9	7	5	3	1	3	5	7	9	C Tedarikçisi

İletişim açısından değerlendiriniz.

A Tedarikçisi	9	7	5	3	1	3	5	7	9	B Tedarikçisi
A Tedarikçisi	9	7	5	3	1	3	5	7	9	C Tedarikçisi
B Tedarikçisi	9	7	5	3	1	3	5	7	9	C Tedarikçisi

Hızlı cevap verebilme açısından değerlendiriniz.

A Tedarikçisi	9	7	5	3	1	3	5	7	9	B Tedarikçisi
A Tedarikçisi	9	7	5	3	1	3	5	7	9	C Tedarikçisi
B Tedarikçisi	9	7	5	3	1	3	5	7	9	C Tedarikçisi

Ek B: Kriter tanıtımının yapıldığı ekran

#	NAME of EVALUATION ITEMS
1	Price
2	Performance
3	Design
4	Fuel-efficiency

SUBMIT RESET

Şekil 17: Kriterlerin tanımlandığı ekran (Takahagi, 2000).

Ek C: Değerlerin girildiği ekran

• Weights ≥ 0

Evaluation Items	Weights
Price	7
Performance	5
Design	3
Fuel-efficiency	4

SUBMIT RESET

Şekil 18: Kriterlere verilen değerlerin girildiği ekran (Takahagi, 2000).

Ek D: Ağırlıkların gösterildiği ekran

Choose: Interaction Degree Identification Method

Output: Pairwise Comparison

Pairwise Comparison Matrix

	Price	Performance	Design	Fuel-efficiency
Price	1	3	7	5
Performance	0.333333	1	3	3
Design	0.142857	0.333333	1	0.142857
Fuel-efficiency	0.2	0.333333	7	1

C.I.=0.150698

C.I. value is very high (C.I.=2.65252e-314 > 0.15)

Recommend: Retry to Pairwise Comparison (Use [BACK] Button)

Weights identified by Pairwise Comparison

Evaluation Items	Weights
Price	0.547762
Performance	0.238882
Design	0.0523699
Fuel-efficiency	0.160986

Şekil 19: Kriterlerin ağırlıklarının gösterildiği ekran (Takahagi, 2000).

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Merve TÜRKOĞLU
Doğum Yeri ve Tarihi : Akçakoca 07/01/1991

Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi : Bartın Üniversitesi İİBF Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü
Yüksek Lisans Öğrenimi : Bartın Üniversitesi SBE İşletme Anabilim Dalı
Bildiği Yabancı Diller :
Bilimsel Faaliyet/Yayınlar : Çok Kriterli Karar Verme Ölçütleri İle Tedarikçi Seçimi: Düzce Ambalaj Fabrikasında Bir Uygulama adlı bildiri
Aldığı Ödüller :

İş Deneyimi

Stajlar : Hattat Enerji ve Maden Ticaret A.Ş.
Bartın/Amasra
Propak Ambalaj Üretim ve Pazarlama A.Ş.
Düzce
Projeler ve Kurs Belgeleri :
Çalıştığı Kurumlar :

İletişim

E-Posta Adresi : merve_turkoglu81@hotmail.com

Tarih : 19/02/2016 (Tez sınav tarihi)