

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
SAYISAL YÖNTEMLER VE YÖNETİM BİLİMİ PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ YÖNTEMİ
YARDIMIYLA TEDARİKÇİ SEÇİMİ VE ÜRETİM
SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA**

Efsane ASLAN

Danışman
Prof. Dr. Şevkinaz GÜMÜŞOĞLU

2009

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
SAYISAL YÖNTEMLER VE YÖNETİM BİLİMİ PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ YÖNTEMİ
YARDIMIYLA TEDARİKÇİ SEÇİMİ VE ÜRETİM
SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA**

Efsane ASLAN

Danışman
Prof. Dr. Şevkinaz GÜMÜŞOĞLU

2009

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Yaklaşımıyla Tedarikçi Seçimi ve Üretim Sektöründe Bir Uygulama” adlı çalışmanın, tarafımdan, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım

09/07/2009

Efsane ASLAN

YÜKSEK LİSANS TEZ SINAV TUTANAĞI

Öğrencinin

Adı ve Soyadı :Efsane ASLAN
Anabilim Dalı :İşletme
Programı :Sayısal Yöntemler ve Yönetim Bilimi
Tez Konusu :Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi
Yardımla Tedarikçi Seçimi ve Üretim
Sektöründe Bir Uygulama
Sınav Tarihi ve Saati :

Yukarıda kimlik bilgileri belirtilen öğrenci Sosyal Bilimler Enstitüsü'nün tarih ve sayılı toplantısında oluşturulan jürimiz tarafından Lisansüstü Yönetmeliği'nin 18. maddesi gereğince yüksek lisans tez sınavına alınmıştır.

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

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

ile karar verilmiştir.

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

* Bu halde adaya 3 ay süre verilir.
** Bu halde adayın kaydı silinir.
*** Bu halde sınav için yeni bir tarih belirlenir.

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

JÜRİ ÜYELERİ

İMZA

..... Başarılı Düzeltme Red

..... Başarılı Düzeltme Red

..... Başarılı Düzeltme Red

.....

ÖZET

BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ YÖNTEMİ YARDIMIYLA TEDARİKÇİ SEÇİMİ VE ÜRETİM SEKTÖRÜNDE BİR UYGULAMA

Efsane ASLAN

Dokuz Eylül Üniversitesi

Sosyal Bilimler Enstitüsü

İşletme Anabilim Dalı

Sayısal Yöntemler ve Yönetim Bilimi Programı

Rekabetin yoğun olduğu günümüz piyasa koşullarında firmaların üstünlük kazanmalarında etkin süreç yönetiminin değeri artmıştır. İşletmelere ait tedarik zincirinin diğer üyelerinin performansı da işletmelerin başarısını direkt olarak etkilediğinden işletmelerim bulundukları sektörde yüksek performans sergilemeleri sadece kendi performanslarına bağlı değildir. Ürün maliyetini doğrudan etkileyen tedarikçi seçimi aynı zamanda başta üretim olmak üzere firmanın farklı süreçlerini dolaylı olarak etkileyerek firmanın karlılığına yansır. Bundan dolayı tedarik zinciri yönetimine dahil olan tedarikçi seçimi en önemli karar verme problemlerindedir. Tedarikçi seçimi probleminin temel amacı alternatifleri arasından, firmanın stratejilerine ve beklentilerine en uygun maliyetle karşılık veren tedarikçiyi seçmektir.

Bu çalışmada, İzmir’de faaliyet gösteren konserve üreten bir firmada tedarikçi seçim problemi ele alınmıştır. Yöntem olarak, içinde nitel ve nicel birçok kriteri barındıran bir problem olduğundan tedarikçi seçiminin karar verme sürecini basitleştirmesi ve karar vericinin cevaplarının hassasiyetini yansıtmasından dolayı çözümde bulanık analitik hiyerarşi prosesi yaklaşımı tercih edilmiştir. Tedarikçi seçim probleminin birinci adımı, sürecin tanımı, alternatiflerin değerlendirilmesi için gerekli kriterlerin belirlenmesi ve hiyerarşik yapının oluşturulmasından oluşur. Hiyerarşik yapının doğru oluşturulması problem sonucunun doğruluğunu etkilediğinden kriterlerin belirlenmesinde literatür çalışmasından ve uzman görüşlerinden faydalanılmıştır. Çözümün ikinci adımında ikili karşılaştırmalar, dilsel

değişkenler ve üçgen bulanık sayılar yardımıyla ana kriterler, alt kriterler ve tedarikçi alternatiflerinin ağırlıkları belirlenmiştir. Üçüncü adımda ise, en iyi tedarikçinin seçilmesi için üç tedarikçi alternatifin öncelik değerleri belirlenmiş ve en yüksek skora sahip tedarikçi seçilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tedarikçi Seçimi, Çok Kriterli Karar Verme, Analitik Hiyerarşi Prosesi, Bulanık Mantık, Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi

ABSTRACT

FUZZY ANALYTIC HIERARCHY BASED APPROACH FOR SUPPLIER SELECTION AND A CASE STUDY IN INDUSTRIAL SECTOR

Efsane ASLAN

Dokuz Eylül University

Institute of Social Sciences

Business Administration Department

Numerical Methods and Management Science Program

In today's marketing conditions in which there is an intensive competition, the worth given to effective process management has improved at firms gaining superiority. Because supply chain, which belongs to companies, performance of other members influences success of companies directly; it is not merely related to their own performances to display high performance in the sector they are present. Supplier selection that affects directly the cost of product at the same time affects indirectly with the production firstly, firm's different processes, and also reflects the firm's profit. Because of that, supplier selection which is included in supply chain management is the most important decision making problem. The main purpose of supplier selection problem is to select the supplier corresponding to the most appropriate cost to firm's strategies and expectations through the alternatives.

In this study, supplier selection problem of a canned food company, operating in İzmir is discussed. Because of the problem includes many qualitative and quantitative criterians, in order to simplify decision making process of supplier selection and to reflect response sensitivity of the decision maker, fuzzy analytic hierarchy process methodology is preferred in the solution. The first step of supplier selection problem consists of process definition, identification of required criterians to assess alternatives and development of hierarchic structure. Cause of correctness of hierarchic structure development, affects the accuracy of problem solution, literature study and expert opinion is used to identify criterians. In the second step of the solution, main criterians, sub criterians and supplier alternatives weights

are identified with the help of binary comparison, linguistic variables and triangle fuzzy numbers. Lastly in the third step, to select the best supplier, the priority value of three supplier alternatives has identified and supplier that has the best score has selected.

Keywords: Supplier Selection, Multi-criteria Decision Making, Analytic Hierarchy Process, Fuzzy Logic, Fuzzy Analytic Hierarchy Process

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iii
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER.....	vii
EKLER DİZİNİ.....	x
TABLolar DİZİNİ	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
BÖLÜM 1 GİRİŞ	1
BÖLÜM 2 TEDARİKÇİ SEÇİMİ	1
2.1 Tedarikçi Seçimi	2
2.2 Satınalma Sürecinde Tedarikçi Seçimi	3
2.3 Tedarikçi Seçim Süreci	6
2.4 Tedarikçi Seçim Prosedürü	11
2.5 Tedarikçi Seçiminde Kriterlerin Belirlenmesi	13
2.6 Tedarikçi Seçim Metotlarının İncelenmesi	15
2.6.1 Kategorik Metotlar	16
2.6.2 Lineer Ağırlıklandırma Modelleri	17
2.6.3 Maliyet Tabanlı Modeller	18
2.6.4 Matematiksel Programlama Modelleri	19
2.6.5 İstatistikî Modeller	20
BÖLÜM 3 AHP VE BULANIK MANTIK	22
3.1 Çok Değişkenli Karar Verme	22
3.2 Analitik Hiyerarşi Prosesi Yönetiminin Tanımı.....	24

3.2.1 Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Karar Verme ve Metodolojisi.....	26
3.2.1.1 Hiyerarşik Yapının Oluşturulması.....	26
3.2.1.2 İkili Karşılaştırmalarla Önceliklerin Belirlenmesi ve Karar Matrisinin Oluşturulması.....	28
3.2.1.3 Ağırlıklar Kümesinin Oluşturulması	31
3.2.1.4 Tutarlılık.....	34
3.2.1.5 Analitik Hiyerarşi Prosesinin Avantajları	36
3.2.2 Analitik Hiyerarşi Prosesi Uygulamaları	37
3.3 Bulanık Kümeler Teorisi ve Bulanık Mantık.....	39
3.3.1 Bulanık Kümeler Teorisinin Tarihsel Gelişimi	41
3.3.2 Bulanık Kümeler.....	42
3.3.2.1 Bulanık Kümelerle İlgili Matematiksel Kavramlar	42
3.3.2.2 Bulanık Küme İşlemleri	48
3.3.3 Bulanık Sayılar ve Bulanık Sayılarda Cebirsel İşlemler.....	49
3.3.3.1 α - Kesim Yöntemi	50
3.3.3.2 Genişleme Kuralı.....	50
3.3.4 Dilsel Değişken.....	51
3.3.5 Yaklaşık Muhakeme Teorisi	52
BÖLÜM 4 BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ	54
4.1 Bulanık AHP	54
4.2 Bulanık AHP Yöntemleri	55
4.2.1 Bulanık Sayıların Sıralanmasına Dayalı Analitik Hiyerarşi Metodu.....	55
4.2.2 Dilsel Ağırlıklandırma Yöntemine Dayalı Bulanık Analitik Hiyerarşi Metodu.....	57
4.2.3 Entropi Ağırlığı Temeline Dayanan Bulanık AHP	60
4.2.4 Genişletilmiş Bulanık AHP Yöntemi	63
4.3 Bulanık AHP Uygulamaları	66
BÖLÜM 5 TEDARİKÇİ SEÇİMİNDE BULANIK AHP UYULAMASI	71
5.1 Üretim Sektöründe Tedarikçi Seçimi	71
5.2 Üretim Sektöründe Tedarikçi Seçim Sürecinde Bulanık AHP Uygulaması	72
5.2.1 Hiyerarşik Yapının Kurulması için Kriter ve Alt Kriterlerin Tanımlanması	72
5.2.1.1 Tedarikçi Performansı Kriteri.....	72
5.2.1.2 Ürün Performansı Kriteri.....	73
5.2.1.3 Hizmet Performansı Kriteri	74
5.2.2 Tedarikçi Seçiminin Klasik AHP Yöntemiyle Hesaplanması ve Tutarlılık	76

5.2.3 Tedarikçi Seçiminin Bulanık AHP Yöntemiyle Hesaplanması.....	79
5.2.3.1 Ana Kriterlerin, Alt Kriterlerin ve Alternatiflerin Ağırlıklarının Hesaplanması	79
5.2.3.2 Kriterler ve Tedarikçi Alternatifleri için Toplam Skorların Hesaplanması	84
5.2.3.3 Ana Kriterlerin Alt Kriterlerin ve Alternatiflerin Ağırlıklarının ve Toplam Skorların Daraltılan Bulanık Sayılarla Hesaplanması	86
 BÖLÜM 6 SONUÇ.....	 92
 KAYNAKÇA	 97
 EKLER	 102

EKLER LİSTESİ

Ek 1 Ana Kriterlerin ve Alt Kriterlerin Belirlenmesi için Hazırlanan Anket	
Formu	102
Ek 2 Tedarikçi Alternatiflerinin Karşılaştırılması için Hazırlanan Anket	
Formu	107
Ek 3 Kriterler ve Alternatifler için İkili Karşılaştırma Matrisleri ve Tutarlılık	
Oranları.....	112
Ek 4 Kriterler için Üçgen Bulanık Sayılardan Oluşan Karşılaştırma	
Matrisleri	117
Ek 5 (1-4.5) Sayı Aralıkları Kullanılan Bulanık AHP ile Kriterler ve Alternatiflerin	
Öncelik Değerleri Hesaplama Adımları	118
Ek 6 Kriterler için Daraltılmış Üçgen Bulanık Sayılardan Oluşan Karşılaştırma	
Matrisleri	136
Ek 7 (1-3) Daraltılmış Sayı Aralıkları Kullanılan Bulanık AHP ile Kriter ve	
Alternatiflerin Öncelik Değerleri Hesaplama Adımları	137

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 2.1 Tedarikçi Seçim Safhaları.....	s. 8
Tablo 2.2 Satınalma Durumlarının Sınıflandırılması.....	s.9
Tablo 2.3 Satınalma Portföy Matrisi.....	s.10
Tablo 2.4 Dickson'ın Tedarikçi Kriterleri Ve Tutulma Oranları.....	s.14
Tablo 2.5 Tedarikçi Seçiminde Bir Ahp Metodu Uygulaması.....	s.15
Tablo 3.1 Çok Boyutlu Karar Verme Metotlarının Sınıflandırılması.....	s.23
Tablo 3.2 Görelî Önem Ölçeği.....	s.30
Tablo 3.3 Matrisin Boyutuna Göre Ortalama Tutarlılık Oranları.....	s.35
Tablo 4.1 Bulanık İfadelerin Üyelik Fonksiyonu.....	s.58
Tablo 5.1 Klasik Ahp Yöntemi İçin Görelî Önem Ölçeği.....	s.76
Tablo 5.2 Ana Kriterler İçin İkili Karşılaştırma Matrisi.....	s.76
Tablo 5.3 Normalize Edilmiş İkili Karşılaştırma Matrisi.....	s.77
Tablo 5.4 Tedarikçi Performansı İçin Görelî Ağırlıklar.....	s.78
Tablo 5.5 Ürün Performansı İçin Görelî Ağırlıklar.....	s.78
Tablo 5.6 Hizmet Performansı İçin Görelî Ağırlıklar.....	s.78
Tablo 5.7 Toplam Görelî Ağırlıklar.....	s.79
Tablo 5.8 Dilsel Değişkenler İçin 1-4,5 Sayı Aralığında Karşılık Gelen Üçgen Bulanık Sayılar.....	s.80
Tablo 5.9 Ana Kriterlere Verilen Yanıtların Dilsel Değişken Karşılıkları.....	s.80
Tablo 5.10 Ana Kriterler İçin Bulanık Sayılardan Oluşan İkili Karşılaştırma Matrisi.....	s.80

Tablo 5.11 Karar Hiyerarşisi İçin Bulanık Ahp İle Öncelik Değerleri	s.83
Tablo 5.12 Tedarikçi Performansı İçin Tedarikçi Alternatiflerinin Öncelik Vektörleri	s.84
Tablo 5.13 Ürün Performansı İçin Tedarikçi Alternatiflerinin Öncelik Vektörleri	s.84
Tablo 5.14 Hizmet Performansı İçin Tedarikçi Alternatiflerinin Öncelik Vektörleri	s.85
Tablo 5.15 Tedarikçi Alternatifleri İçin Toplam Öncelik Vektörleri.....	s.85
Tablo 5.16 Dilsel Değişkenler İçin 1-3 Sayı Aralığında Karşılık Gelen Üçgen Bulanık Sayılar	s.86
Tablo 5.17 Daraltılan Sayı Aralıklarıyla Bulanık Ahp Sonucunda Öncelik Değerleri.....	s.87
Tablo 5.18 Daraltılan Sayı Aralıkları İle Tedarikçi Performansı İçin Tedarikçi Alternatiflerinin Öncelik Vektörleri.....	s.89
Tablo 5.19 Daraltılan Sayı Aralıkları İle Ürün Performansı İçin Tedarikçi Alternatiflerinin Öncelik Vektörleri	s.90
Tablo 5.20 Daraltılan Sayı Aralıkları İle Hizmet Performansı İçin Tedarikçi Alternatiflerinin Öncelik Vektörleri	s.90
Tablo 5.21 Daraltılan Sayı Aralıkları İle Ana Kriterler İçin Tedarikçi Alternatifleri.....	s.91

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Basit Bir Ahp Modeli.....	s.27
Şekil 3.2 İkili Karşılaştırma Matrisi.....	s.32
Şekil 3.3 İkili Karşılaştırma Matrislerinin Kriter Ağırlıkları Cinsinden Gösterimi.....	s.33
Şekil 3.4 Normal Ve Normal Olmayan Bulanık Küme Gösterimi.....	s.44
Şekil 3.5 Sınır, Öz Ve Dayanak Gösterimi	s.44
Şekil 3.6 Dışbükey Ve Dıbükey Olmayan Bulanık Küme Gösterimi.....	s.45
Şekil 3.7 Bir Bulanık Kümenin A- Kesimi	s.46
Şekil 3.8. Üçgen Üyelik Fonksiyonu İçin Örnek Grafik	s.46
Şekil 3.9 Yamuk Üyelik Fonksiyonu İçin Örnek Grafik	s.47
Şekil 3.10 İki Bulanık Kümenin Kesişimini Gösteren Grafik	s.48
Şekil 3.11 İki Bulanık Kümenin Birleşimini Gösteren Grafik.....	s.48
Şekil 3.12 Bir Bulanık Küme Ve Onun Tümleyeninin Grafiği.....	s.49
Şekil 4.1 Dilsel Değişkenlerin Üyelik Fonksiyonları.....	s.58
Şekil 4.2 Merkezileşme	s.59
Şekil 4.3 Genişleme.....	s.60
Şekil 4.4. M_1 ve M_2 Kesişimi.....	s.65
Şekil 5.1 Tedarik Seçimi Probleminde Kurulan Hiyerarşik Yapı.....	s.75

Şekil 6.1 Kullanılan Üç Fraklı Yöntemde Tedarikçi Performansı ile İlişkilendirilen Alt-Kriterlerin Aldığı Değerler.....	s.93
Şekil 6.2 Kullanılan Üç Fraklı Yöntemde Ürün Performansı ile İlişkilendirilen Alt-Kriterlerin Aldığı Değerler.....	s.94
Şekil 6.3 Kullanılan Üç Fraklı Yöntemde Hizmet Performansı ile İlişkilendirilen Alt-Kriterlerin Aldığı Değerler.....	s.95
Şekil 6.4 Kullanılan Üç Fraklı Yöntemde Tedarikçi Alternatiflerinin Aldığı Değerler.....	s.95

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Rekabetin yoğunlaşmasıysa tedarikçi seçim firmaların performansını etkileyen ve üstünlük kazandırabilecek kritik bir süreçtir. Tedarikçi seçim sürecinin adımlarında göz önünde bulundurulması gereken sayısal ve sayısal olmayan birden fazla kriter ve alternatif değerlendirilir.

Yapılacak değerlendirmenin doğru sonuca ulaşması için günün talep ve beklentilerine uygun kriterler sürece dahil edilmelidir. Bunun yanında karar vericinin değerlendirmelerinin sonuca etkisinin kaybedilmemesi gerekmektedir. Bu amaçla, çalışmada problemin çözümünde kriterlerin ve alternatiflerin derecelendirilmesinde bulanık analitik hiyerarşi prosesi kullanılmış ve duyarlılığın arttırılmasına yönelik çözümler geliştirilmiştir.

Tezin ilk bölümünde çalışma hakkında genel bilgi verilmiştir.

İkinci bölümde tedarikçi seçimi üzerinde durulmuştur. Sürecin adımlarına, kriterlerin belirlenmesine ve konu hakkında yapılan önceki çalışmalarda kullanılan yöntemlere değinilmiştir.

Üçüncü bölümde kullanılacak yöntemin temellerini oluşturan analitik hiyerarşi prosesi ve bulanık mantık konularına değinilmiştir. Her iki konu hakkında detaylı bilgi verilmiş ve yapılan çalışmalardan bahsedilmiştir.

Dördüncü bölümde, tedarikçi seçim probleminin çözümünde kullanılacak yöntem olan bulanık analitik hiyerarşi süreci üzerinde durulmuştur. Genel metodolojisinin yanında literatürde sık karşılaşılan yöntemleri anlatılmış ve çalışmada kullanılacak olan “Genişletilmiş Bulanık AHP Yöntemi” üzerinde durulmuştur.

Beşinci bölümde bulanık analitik hiyerarşi prosesi yaklaşımıyla tedarikçi seçimi süreci uygulanarak önerilmiştir ve çözüm adımları detaylı olarak incelenmiştir.

Altıncı bölümde ise bulunan sonuçlar değerlendirilmiş ve gelecek çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur

BÖLÜM 2

TEDARİKÇİ SEÇİMİ

2.1.Tedarikçi Seçimi

Tedarik zinciri yönetimi içerisinde satın alma karar süreci ve buna bağlı olarak tedarikçi seçim süreci önde gelen kararlardan biridir. Günümüz ağır rekabet koşulları, küreselleşme ve teknolojiye meydan gelen gelişmelerle işletmelerin, varlıklarını koruyabilmeleri ve karlı bir şekilde faaliyetlerini devam ettirebilmeleri için tedarikçi seçim süreçlerini doğru değerlendirmelerini gerekli kılmaktadır. En iyi tedarikçi seçiminin doğru yapılabilmesi bu karar sürecinin planlı ve belirli metodolojiler yardımıyla yapılmasıyla gerçekleşir. Stratejik öneme sahip bu karar, firmanın genel stratejisiyle bağlantılıdır.

Tedarikçi yönetim stratejisi, tedarikçilerin performansını ve alıcı işletmenin kısa ve uzun dönemli gereksinimlerini karşılamayı geliştirmek için kullanılan bir stratejidir. Tedarikçi yönetimi, yeni bir grup tedarikçiden üreticilere yüksek kaliteli ve mali yönden değerli malzeme ya da parçaların en iyi akışını organize etmek ile ilgilidir. Bu strateji, tedarikçi seçim sürecinden sonraki dönemde tedarikçinin yeteneği ile işletmenin beklentileri arasındaki farkın kapanmasında alıcı işletmeye yardımcı olur¹.

Tedarikçiler arasından, en iyi olanı seçme kararı hem niceliksel hem de niteliksel faktörleri içerisinde bulunduran bir süreçtir. Bu süreç sonucunda sağlıklı kararların verilebilmesi için bilimsel yöntemlerin kullanılması ve bu süreç ile ilgili gerek niteliksel gerekse niceliksel faktörlerin çok dikkatli bir şekilde sürece dahil edilmesi büyük önem taşınmaktadır.

Tedarikçi seçim kararı işletmelerde verilen en önemli kararlardan biridir. En iyi tedarikçiyi seçme amacıyla kendi aralarında çelişen niteliksel ve niceliksel faktörlerin dengelenmesini gerektiren çok kriterli bir karar problemidir².

¹ Celal Hakan Kağmıoğlu, **Tedarik Zinciri Yönetiminde Tedarikçi Seçimi**, Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir, 2007 s. 96

² S.H. Ghodsypour ve C. O'Brien, "A decision Support System for Supplier Selection Using an Integrated Analytic Hierarchy Process and Linear Programming", International **Journal Of Production Economics**, Vol 56-57, 1998, s. 199

Tedarik kavramı küreselleşen iş dünyasında işletmeler için sadece bir zorunluluk değil aynı zamanda hız, kalite ve maliyet unsurlarını içinde bulundurduğu için stratejik rekabet üstünlüğünü sağlamada önemli bir araç olmaktadır³.

Tedarikçi seçimi süreci ise bu üstünlüğün sağlanmasında en kritik rolü üstlenmektedir ve tedarik zinciri yönetiminin merkezini oluşturmaktadır. Bunun yanında, tüm işletme içinde ele alındığında tedarikçiler karlılığı etkileyen 5 faktörden biridir⁴. Tedarikçi seçiminde sadece malzeme maliyeti değil aynı zamanda işletme maliyetleri, bakım, geliştirme ve destekleme maliyetleri de bu seçimde göz önünde bulundurulması gereken unsurlardır. Bundan dolayı ekonomiklik ve performans ile ilgili kriterler arasından sistematik bir satıcı seçim sürecini elde etmede kullanılmak üzere kriterlerin değerlendirilip öncelik sırasına konulmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu süreç aynı zamanda hem seçim sürecini kısaltacak hem de karar vermede başarıyı artıracaktır⁵.

2.2. Satınalma Karar Sürecinde Tedarikçi Seçimi

Satınalma stratejisi, şirketin genel rekabet stratejisiyle uyumlu işletme aktivitelerini desteklemek için gerekli hizmet ve malzemeyi elde etmeyle ilgili kararlar modeli olarak düşünülebilir⁶. Satınalma kararı verilen hammadde ve bileşen maliyetleri, toplam üretim maliyetlerinin önemli bir bölümünü oluşturur, bu oran birçok endüstri kolunda %70 oranına kadar çıkmaktadır⁷. Firmanın maliyetlerinin düşürülmesini, karlılığı ve esnekliğini direkt olarak etkilediğinden satınalma departmanı organizasyonun verimliliği ve etkinliği için kritik rol oynar.

³ Erhan Ada, Yiğit Kazançoğlu ve Burcu Aracıoğlu, “Stratejik Rekabet Üstünlüğü Sağlamada Tedarikçi Seçiminin Analitik Hiyerarşik Süreçle Gerçekleştirilmesi”, **V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu Kitabı**, İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul, 25-27 Kasım 2005, s.605

⁴ H. Bahadır Akın, “Strateji, Rekabet ve Rekabetçi Üstünlük”, http://www.bilgiyonetimi.org/cm/pages/mkl_gos.php?nt=266 (15.02.2009)

⁵ Metin Dağdeviren ve Tamer Eren, “Tedarikçi Firma Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerinin Kullanılması”, **Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi**, Cilt 16, No 2, 2001, s.43

⁶ C.A Watts, Y.K Kim ve C. Hahn, “Linking purchasing to Corporate Competitive Strategy”, **International Journal of Purchasing and Materials Management**, Vol 28(4), s.2

⁷ Suzan Aslı Önal, “Fuzzy Analytic Hierarchy Based Approach for Supplier Selection in a Washing Machine Company”, D.E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2006, s.4

Tedarikçinin seçimi aynı zamanda tedarik edilen ürünün seçimini de doğrudan etkilemektedir. Bu durum istenilen özelliklerde ürün tedarik eden tedarikçinin verimliliği ve kalitesi konularında önemli etkenlerden biri olmaktadır. Satınalma kararlarında temel olarak iki görüş açısı bulunmaktadır⁸.

1. Birinci görüşe göre, mükemmel ürün kalitesi ve müşteri memnuniyeti sağlanırken, ürün maliyetini düşürmek için en önemli satınalma süreci az sayıda, güvenilir ve yüksek kaliteli tedarikçileri seçmek ve yakın ilişkiler içinde bulunmaktır.
2. İkinci görüşe göre ise, satınalma kararlarının verilmesinde, özellikle uygun tedarikçilerin tanımlanması ve onlar arasında sipariş verme alanlarında sistematik bir yaklaşıma çok fazla gereksinim bulunmaktadır. Başka bir deyişle, daha fazla sayıda tedarikçi arasında siparişlerin etkin paylaşılması, hem maliyetleri azaltacak hem de müşteri memnuniyetini arttıracaktır.

1991- 1995 yılları arasında yapılan araştırmada İngiltere’de üretim firmalarında mühendislik ve elektronik alanlarında, tedarikçi sayısında %35’lik bir düşüş saptanmıştır. Firmaların amacı bütün tedarikçilerle olan ilişkiyi çok daha verimli kılmak ve kalite güvence ihtiyacını karşılamaktır⁹.

Genel olarak iki tip tedarikçi seçim problemi vardır¹⁰:

- (1) Tedarikçi seçiminde kısıt olmaması durumu. Yani tüm tedarikçiler alım yapan firmanın talep, kalite, teslimat gibi ihtiyaçlarını karşılayabilir.
- (2) Tedarikçi seçiminde, tedarikçi firmanın kalite, kapasite gibi kısıtlarının olması durumu. Yani tek bir tedarikçi firma, alım yapan firmanın tüm ihtiyaçlarını karşılayamaz ve alım yapan firma ihtiyacının bir kısmını bir tedarikçiden, diğer

⁸ Kağncıoğlu, s. 83-84.

⁹ Özlem Akçay, “Tedarik Zincirinde Optimizasyon”, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2003, s. 30

¹⁰ Ghodsypour ve O’Brien, s. 199-200

kısmını kalite ve kapasite gibi kriterlerinden sapmaları kabul ederek başka tedarikçilerden karşılar.

İlk durumda, tedarikçi firmanın bütün ihtiyaçları giderildiğinden yalnızca hangi tedarikçinin daha iyi olduğu ve hangisine sipariş verileceğine karar verirler. Bu durum tekli kaynak olarak adlandırılır. İkinci durumda, bir tedarikçiden daha çoğunun firmanın ihtiyaçlarını karşılaması gerekir. Böyle bir yaklaşım çoklu kaynak olarak adlandırılır ve hangi tedarikçi seçilecek ve seçilen tedarikçilerden her birine ne kadar sipariş verilecek kararları verilmelidir.

Bu durumun avantaj ve dezavantajları aşağıdaki şekilde tartışılır¹¹.

Tek kaynak kullanımının avantajları:

- Siparişler, bölünebildiği için harcanan emeğe değmeyen çok küçük miktarlarda olabilir. Bölünen sipariş sabit satınalma maliyetlerini arttırabilir.
- Alımlar daha düşük nakliye oranları ve olası kesin indirimler sağlayabilir.
- Tedarikçiler müşterisini memnun etmek için çok işbirlikçi, çok ilgili ve çok istekli olacaktır.
- Teslimatlar daha kolay çizelgelenebilecektir.
- Etkili tedarikçi ilişkileri dikkate değer kaynaklar ve zaman gerektirir. Bununla birlikte daha az tedarikçi daha iyidir.

Çoklu kaynak kullanımının avantajları:

- İşlerin bazılarını sağlayan rakiplerin, ihtiyaç duyulan malzemeler için fiyat ve servisi bilmesi tedarikçileri rekabet etme durumunda bırakabilir.
- Tedarikin garantisi arttırılır. Yangın, kaza, arıza gibi durumlarda teslimatların garantisi sağlanmış olur.
- Tedarikçi bağımlılığından kaçınılır.
- Kullanılabilir olan tedarikçilerin kullanılmamış kapasitelerinden oluşan birçok esneklik sağlanabilir.

¹¹ Hakan Karadelioğlu, “Tedarikçi Değerlendirmede Temel Ölçütlerin Araştırılması ve Analizi”, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 2006, s.30

- Tek bir tedarikçinin kapasitesi firmanın şimdiki veya gelecekteki ihtiyaçlarını karşılamaya yeterli olmayabilir.

Her iki yöntemin de olumlu ve olumsuz yönleri olduğu için bazı işletmeler her ikisini paralel olarak pazar şartlarının uygunluğuna göre kullanabilmektedir. Bunun dışında, işletmelerin bir kısmı tek tedarikçiyle çalışmak yerine iki tedarikçi seçip kullanır. Böylece iki tedarikçinin rekabeti hem maliyetin düşmesine hem de kalitenin artmasına neden olurken, aynı zamanda verimliliği de olumlu yönde etkilemektedir¹²

2.3.Tedarikçi Seçim Süreci

Tedarikçi değerlemesi ve seçimi, günümüzün rekabetçi iş dünyasında en kritik faaliyetlerinden biridir. Yanlış tedarikçi seçiminin alıcı işletmeler için önemli finansal ve operasyonel kayıplara neden olmaması için seçim sürecinin planlı ilerlemesi gerekir.

Tedarikçi seçimi ile ilgili yapılan çalışmalarda süreç üç gruba göre kategorize edilebilir¹³; gruplar (1) tedarikçi seçim kriterleri, (2) satınalma çerçevesi, (3) kullanılan karar teknikleri. Bu yaklaşım satınalma personeline belli bir durum içinde birden çok metotta kullanılacak spesifik bir kriter seti olarak yeterli bir karar metodu bulunmasına etkin bir şekilde yardımcı olmaktadır.

Bu sınıflamadan da yola çıkılarak, De Boer, Labro ve Morlacchi (2001), tedarikçi seçim süreci dört kısma ayırdılar, (1) tedarikçi seçimiyle tam olarak ne başarmak istediğimizin bulunması, (2) kriterlerin tanımlanması, (3) uygun tedarikçinin önceden değerlendirilmesi, (4) son seçimin yapılması. Sözü edilen parçalardan oluşan çatı Tablo 1.1’de gösterilmiştir¹⁴.

¹² Kağncıoğlu, s. 102-103

¹³ Charles A. Weber, John R. Current and W. C. Benton, “Vendor Selection Criteria and Methods”, [European Journal of Operational Research](#), Vol. 50(1), 1991, s. 3

¹⁴ Luitzen de Boer, Eva Labro, Pierangela Morlacchi, “A Review Of Methods Supporting Supplier Selection”, [European Journal of Purchasing and Supply Management](#) , Vol. 7, 2001, s. 77

Satınalma ve tedarikçi seçiminin karmaşıklığı ile ilgili pek çok çalışma yapılmıştır. Faris (1967) bu değişkenliği üç tip duruma ayırmıştır ve belirtilenlere has karakteristikler Tablo 2.2’de gösterilmiştir¹⁵.

Yeni alım durumu, belirsizliklerin daha fazla olması dolayısıyla daha karmaşıktır. İlk alım modifiye edilmiş tekrar alım ve direkt alım konularının birbirinden farklılıkları satın alma konusunda çözüm için kayda değer bir açılım sağlar ve aynı zamanda bu sınıflandırma satınalma ve bununla birlikte sınıflandırma tedarikçi seçimi konularının farklı seviyelerdeki belirsizliğinden yararlanılarak oluşturulmuştur.¹⁶.

Yeni alım durumu içinde nispeten yüksek önem dereceli ve düşük önem dereceli durumlar olarak ayrılır. Fakat önem derecesi göz önünde bulundurulmadan, tedarikçi seçimi sürecindeki temel sıralama, hazırlık ve uygulama adımları aynı olacaktır. Örneğin, durumun kendine özgü halinden dolayı, süreç önceden hazırlanmaz. Tekrar alım durumunda tedarikçi seçim süreci içindeki adımların organizasyonu ve uygulanması bakımından çok farklılık bekleyebiliriz.

¹⁵ Murat Yaşar Bayrak, “Bulanık mantık Yaklaşımıyla Tedarikçi Seçim Metodu”, Sakarya üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 2004, s. 32

¹⁶ Boer, Labro ve Morlacchi, s.78

Tablo 2.1 Tedarikçi Seçim Safhaları

	Yeni Mal	Modifiye Tekrar Alım (Değişken Parçalar)	Direkt Tekrar Alım (Rutin Parçalar)	Direkt Tekrar Alım (Stratejik/Darboğaz)
Problem Tanımı	-Bir tedarikçi kullanılsın mı? -Değişen önem derecesi -Bir kerelik verilen karar	-Daha fazla, az yada başka tedarikçi -Orta/yüksek önem derecesi -Tekrarlı karar	-Mevcut tedarikçi değiştirilsin mi? -Tekrarlı karar -Düşük/orta önem derecesi	-Tedarikçiyle nasıl anlaşma yapalım? -Yüksek önem derecesi -Tekrarlı değerlendirme
Kriterlerin formülasyonu	-Geçmiş tedarikçi verisi yok -Daha önce kullanılmış kriter yok -Değişen önem derecesi	-Geçmiş tedarikçi verisi mevcut -Daha önce kullanılmış kriter mevcut	-Geçmiş tedarikçi verisi mevcut -Daha önce kullanılmış kriter mevcut	-Geçmiş tedarikçi verisi mevcut -Daha önce kullanılmış kriter mevcut
Eleme	-Başlangıçta küçük tedarikçi seti -Geçmiş veri yok	-Başlangıçta büyük tedarikçi seti -Geçmiş veri yok	-Başlangıçta büyük tedarikçi seti -Geçmiş veri yok	-Başlangıçta küçük tedarikçi seti -Geçmiş veri yok
Seçim	-Başlangıçta küçük tedarikçi seti -Birçok kriter -Çok fazla etkileşim -Geçmiş veri yok -Değişen önem derecesi -Tek Seferlik Model kullanımı	-Başlangıçta küçük / orta büyüklükte tedarikçi seti -Daha az kriter -Daha az etkileşim -Geçmiş veri mevcut -Tekrar kullanılan model	-Başlangıçta küçük / orta büyüklükte tedarikçi seti -Daha az etkileşim -Geçmiş veri mevcut -Tekrar kullanılan model -Çoklu kaynak kullanımı yerine tek kaynak kullanımı	-Başlangıçta çok küçük tedarikçi seti (çoğunlukla sadece bir tane) -Geçmiş veri mevcut -Seçim yerine değerlendirme -Tek kaynak kullanımı

Kaynak: Luitzen de Boer, Eva Labro, Pierangela Morlacchi, "A Review Of Methods Supporting Supplier Selection", **European Journal of Purchasing and Supply Management** , Vol. 7, 2001, s.77

Tablo 2.2 Satınalma durumlarının sınıflandırılması

Yeni Alım Durumu	Tümü ile yeni ürün/hizmet; daha önce bir deneyim yok Bilinen tedarikçi yok Spesifikasyonlar ile ilgili belirsizlik çok yüksek seviyede Çok karmaşık problem çözümü; grup karar verme
Değiştirilmiş Tekrar Alım	Tanınan tedarikçilerden yeni ürün/hizmet alınması Yeni tedarikçilerden mevcut ürünün değiştirilerek satın alınması Spesifikasyonlar ile ilgili belirsizlik çok orta seviyede Daha az karmaşık problem çözümü
Doğrudan Tekrar Alım	Spesifikasyon ve tedarikçilerle ilgili çok iyi derecede bilgi ve tecrübe Mevcut kontrat ve anlaşmaların içine yeni bir sipariş ekleme

Kaynak: Nevin Karaarslan, “ İmalat Sektöründe Tedarikçi Yeterlilik Analizi için Bir Bulanık Karar Destek Sistemi”, (Yayınlanmamış Doktora Tezi), Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2008, s.9

Satınalmanın önemi kadar karmaşıklık ile ilgili daha farklı ek boyutları kapsayan bir başka çalışma Kraljin'in (1983) portföy yaklaşımında ortaya konulmuştur. Bu portföy yaklaşımında ise, satınalma durumunun algılanan önem ve karmaşıklığı iki faktör bakımından belirlenmiştir: kar etkisi ve tedarik riski. Kar etkisi, alınacak mal yada hizmet ile ilgili (beklenen) para hacmi ve ürün kalitesine (gelecekteki) etkisi gibi elemanlar içerir. Tedarik riskinin göstergesi olarak mal / hizmet uyumluluğu ve potansiyel tedarikçi sayısı olarak düşünülebilir. Faktörlerin değerlerine bağlı olarak, satınalmalar (ve bundan dolayı ilgili tedarikçi seçim kararları) Kraljin'in sınıflandırmasına göre stratejik, darboğaz, değişken ve rutin alımlar olarak gruplandırılabilir¹⁷ Satınalma portföy matrisi Tablo 2.3'de gösterilmiştir.

¹⁷ Boer, Labro ve Morlacchi, s.78

Tablo 2.3 Satınalma Portföy Matrisi

	Düşük Tedarikçi Riski	Yüksek Tedarikçi Riski
Düşük Kar Riski	Rutin Parçalar -Birçok tedarikçi -Satınalma prosedürlerinin rasyonelleşmesi -Sistemlerin anlaşması	Darboğaz Parçalar -Temel tedarik pazarı -Uzun dönemli kontratlar -Alternatif Geliştirilmiş -Beklenmedik Durum Planlaması
Yüksek Kar Etkisi	Değişken Parçalar -Birçok uygun tedarikçi -Rekabet teklif verimi -Kısa dönem anlaşmalar -Alternatif kaynak kullanımı	Stratejik Parçalar -Az tedarikçi -Orta-uzun dönem anlaşmalar -Tedarikçi geliştirme / ortaklık -Sürekli gözden geçirme

Kaynak: Boer, Labro ve Morlacchi, s.78

Rutin parçaların alımı durumlarında parçayı temin edebilecek birçok tedarikçi mevcuttur, fakat parçaların düşük değerlerinden dolayı parçanın alımı için çok sık tedarikçi aranması ve seçim yapılması gerekli değildir. Bunun da ötesinde, birbiri ile ilişkili bütün rutin parçalar kümesi, daha etkin sipariş verme ve yönetsel prosedürlerden dolayı tek tedarikçiden temin edilir. Tedarikçinin seçimi makul bir zaman periyodunda sabitlenmiştir. Arzu edilen veya gereken parçalardaki orta seviyede değişimler mevcut tedarikçi tarafından halledilir. Bu gibi spesifik değişimlerden bağımsız olarak, tedarikçinin uygunluğu periyodik olarak gözden geçirilir ve eğer gerekli olursa yeni (adapte edilebilir) bir seçim yapılır¹⁸.

Darboğaz ve stratejik parçaların alımı durumunda tedarikçinin seçimi de aşağı yukarı sabittir. Parça spesifikasyonlarındaki değişimler otomatik olarak mevcut tedarikçi ile halledilir. Fakat bunun sebebi rutin alım durumunda çok daha farklıdır. Bu durumlarda tedarik riski çok yüksektir ve arasında hemen seçim yapacak tedarikçi yok denecek kadar azdır. Bunun yanında parçanın kendine özgü spesifikasyonları (örn: satın alınan şirket ve tedarikçi arasında

¹⁸ Boer, Labro ve Morlacchi, s.79

güçlü kaynak bağı) ya da malzemenin az bulunması diğer sebepler olarak gösterilebilir. Sonuç olarak seçim kümesi oldukça küçüktür¹⁹.

Değişken parçalar tipik olarak modifiye tekrar alım durumlarını kapsar. Bu alım durumunda arasında seçim yapılacak birçok tedarikçi vardır. Burada parçaların yüksek değeri (ve tasarruf potansiyeli) alım öncesi araştırma ve tedarikçinin seçim sıklığını belirler. Fakat süreç içindeki ilk adımların (problem tanımı, kriterlerin formülasyonu ve ön eleme) yerine getirilmesi genellikle son seçimden ayrılır. İlk 3 adım “onaylanmış tedarikçi listesinin” çıkartılması ile sonuçlanır. Son seçimler bu listeden yapılır²⁰.

2.4 Tedarikçi Seçim Prosedürü

Satın alma kararından sonra hangi tedarikçiden alım yapılacağı stratejik bir karardır. Alternatifleri arasında tedarikçiler değerlendirilirken sadece maliyet unsuru değil kalite, esneklik, hız gibi firmanın satın alma stratejileriyle uygun tedarikçi kriterlerine göre seçim yapılmalıdır. Bu süreçte tedarikçi firmanın bütün olarak tüm organlarıyla değerlendirilmesini getirmektedir. Bunun için tedarikçi seçimi belirli kriterlere bağlı olmalı ve seçimin doğru yapılması için planlı olması gerekmektedir.

Doğru tedarikçileri seçmek için prosedür aşağıdaki gibidir²¹

1. Varlığını sürdürebilir tedarikçi tabanı geliştirir ve devam ettirilmeli: Düzenli bir imalat sistemi birçok girdiye sahiptir. Söz konusu girdiler yüzlerce farklı hammadde veya parçaları kapsar. Her bir malzeme/parça tek bir kaynak veya birden fazla kaynak tarafından tedarik edilebilir. Bu denklem her bir imalat organizasyonu ile paylaşılmış olan tedarikçilerin sayısının birçoğunu verir. Ayrıca her bir tedarikçiye ait olan bilgi tutulmalı ve organizasyonda düzenli tedarikçi tabanı oluşturulmalıdır.
2. Uygun strateji ve taktik konuları adreslenmeli: Bazıları zamanında teslimatları daha yüksek aralıkta verebilirken, bazı organizasyonlardaki teknoloji ve kalite yüksek derecede önemli olabilir. Organizasyonların ihtiyaçlarına, müşteri talebine ve pazarın şartlarına göre her bir firma kendi strateji ve taktik kararlarını tanımlamalıdır.

¹⁹ Boer, Labro ve Morlacchi, s.79; Bayrak s.35

²⁰ Boer, Labro ve Morlacchi, s.79; Bayrak s.35

²¹ Önal, s. 14

3. Potansiyel tedarikçileri dikkatlice değerlendirmeyi ve onların tatmin edici tedarik partneri potansiyeline sahip olmasını garanti altına alınmalı: Firmaların ihtiyaçlarını tanımladıktan sonra, istenilen kriterleri karşılayamayan tedarikçiler elenir ve bu yolla aday tedarikçiler seçilir.
4. Kaynak seçiminin temeli olarak rekabete dayanan işleri veya görüşmeyi kullanıp kullanmadığına kararı alınır.
5. Rekabete dayalı işler: Potansiyel tedarikçilerinin her biri bir teklif için sorgulanır. Rekabete dayalı işler tedarikçilerin diğerlerinin teklifler hakkında ne bildiğidir ve kendi tekliflerinde değişiklik yapmasıdır. Sonunda en iyi teklif verenlerden biri anlaşmayı kazanacaktır.
6. Görüşme: Görüşmede öncelikle tedarikçiler işleriyle seçilir. Sonra tedarikçiler ve firma fiyat ve diğer şartlarda görüşür. Firma başlangıçta bu prosedürlere göre birini seçmeli ve bu karara göre hareket etmelidir.
7. Uygun kaynak seçilmeli: Firma rekabete dayalı iş veya görüşmeyi kullanmayı seçerken, en uygun tedarikçileri seçmelidir. Bu adımda birçok farklı metot uygulanabilir. Tedarikçileri listeleme ve sıralama, lineer programlama, hedef programlama, bulanık hedef programlama bu metotlar arasındadır.
8. Doğru fiyatta istenilen kalitenin zaman olarak teslimatı sağlanmalı.
9. Seçilen tedarikçi yönetilmeli: Tedarikçiler seçildiği veya anlaşma yapıldığı zaman, tedarikçiyle bağlantılı sipariş zamanından malzemelerin teslim zamanına kadar tutulmalıdır. Satınalmacı ve tedarikçi arasındaki kesin ve zamanında bilgi akışı garanti edilmelidir. Böylece, herhangi bir beklenmeyen talep veya durumda tedarikçi tarafından bedeli ödenebilir. Ayrıca siparişlerin doğru miktarda, doğru zamanda, istenilen kalite ve fiyatta temini sağlanır.

Yukarıda da görüldüğü gibi tedarikçi seçim tek adımda gerçekleştirilebilen basit bir prosedür değildir. Çünkü tedarikçinin seçimi stratejiktir ve firma performansının tümünü

etkilediğinden, ölçülebilir ve objektif ölçütlere bağlı olmalıdır. Alınan kararın sebepleri mantıklı ve tüm firma tarafından kabul edilebilir olması gerekir²².

2.5 Tedarikçi Seçiminde Kriterlerin Belirlenmesi

Endüstriyel şirketlerde, toplam ciroda satın alma harcamalarının payı yüksektir. Satınalma fonksiyonunun artan önemi ile birlikte satınalma kararı daha nemli bir hale gelmiştir. Organizasyonlar tedarikçilere daha bağımlı hale geldikçe, yanlış tedarikçi seçiminin firmaya maliyeti artmıştır.

Tedarikçi seçiminde tek kriterin olması en iyi tedarikçiyi belirlemek için yeterli değildir. Tedarikçi seçimiyle ilgili en önemli çalışmayı Dickson 1966 yılında yapmıştır.

G.W. Dickson çalışmasında tedarikçileri değerlendirmek için 23 kriter belirlemiştir ve bu kriterler daha sonra yapılan çalışmalarda referans alınmıştır. Bu kriterlerin listesi tablo 2.4'de verilmiştir. Tablo 2.4'de kriterlerin önemini tutulma oranı verir ve oran arttıkça kriterin önemli artar.

Tablo 2.4'de görüldüğü gibi kalite ve zamanında teslimatlar kriterleri en yüksek öneme sahiptir. Bu kriterleri sırasıyla performans geçmişi, garantiler, üretim yetenekleri ve kapasite ile altıncı öneme sahip fiyat kriteri belirlenmiştir.

Tedarikçi seçimi hakkında Barbarsoğlu ve Yazgaç tarafından 1996 yılında yapılan çalışmada tedarikçi seçim kriterlerini performans değeri, üretim yapısı ve yeteneği, kalite sistemi olarak üç ana kategori altında incelemiş ve analitik hiyerarşi prosesi kullanılarak öncelikler belirlenmiştir²³. Tablo 2.5'de bu çalışmada belirlenen kriterler verilmiştir.

²² Önal, s. 15

²³ Karadelioğlu, s. 37

Tablo 2.4 Dickson'ın tedarikçi kriterleri ve tutulma oranları

Sıra	Faktör	Tutulma Oranı	Sıra	Faktör	Tutulma Oranı
1	Kalite	3,508	13	Yönetim ve Organizasyon	2,216
2	Teslimat	3,417	14	İşlem Maliyeti	2,211
3	Performans Geçmişi	2,998	15	Tamir Servisi	2,187
4	Garantiler	2,849	16	Davranış	2,120
5	Üretim Yetenekleri, Kapasite	2,755	17	Etki	2,054
6	Fiyat	2,758	18	Paketleme Yeteneği	2,009
7	Teknik Yeterlilik	2,545	19	İşçi İlişkileri Kaybı	2,003
8	Finansal Pozisyonu	2,514	20	Coğrafik Lokasyon	1,872
9	Usule Uyum	2,488	21	Geçmiş İşin Miktarı	1,597
10	İletişim Sistemi	2,426	22	Eğitime Yardım	1,537
11	Endüstrideki Pozisyonu	2,412	23	İki Taraflı Antlaşma	0,610
12	İş İçin Arzusu	2,256			

Kaynak: Karaaslan, s.30

Satınalma hedeflerini karşılamak için tedarikçi seçimi kritik önem taşır. Bu nedenle tedarikçileri tanımlayan değerlendirme kriterleri kararlaştırılmalıdır. Birçok araştırmacı bu kriterler üzerine çalışmıştır.

Olgaher ve Selldin²⁴, 128 İsveç firması üzerinde yaptıkları çalışmanın amacı tedarik zincirinin tasarımı, bütünleştirilmesi, planlama ve kontrol, ve tedarik zinciri yönetiminde kullanılan iletişim araçları konulu çalışmalarında, tedarikçi seçiminde kalite kriterinin firmalar için birinci öncelikte olduklarını ve teslimatta zamanlama, maliyet verim oranı, sipariş miktarı

²⁴ Jan Olhager ve Erik Selldin, "Supply Chain Management Survey Of Swedish Manufacturing Firms", **International Journal of Production Economics**, Vol. 89, 2004, ss. 353–361

karşılımadaki esneklikleri ve teslimat hızının da önemli kriterlerinin firmalar için önemli olduğunu bulmuşlardır

Tablo 2.5 Tedarikçi seçiminde bir AHP metodu uygulaması

Birincil Hedef	Kriter	Öncelik
Performans Değeri	Sevkiyat Kalitesi	0,268
	Teslimat	0,268
	Maliyet Analizi	0,089
Üretim Yapısı ve Yeteneği	Teknik İşbirliği	0,047
	Finansal Statü	0,017
	İşçi Profili	0,006
	Ekipman	0,020
	İmalat	0,048
Kalite Sistemi Değeri	Yönetim Taahhüdü	0,094
	Ürün Geliştirme	0,005
	Süreç İyileştirme	0,013
	Kalite Planlama	0,019
	Tedarikte kaliteyi garanti altına alma	0,029
	Üretimde kaliteyi garanti altına alma	0,029
	Denetim ve Deney	0,041
	Kalite Sorumlusu	0,008

Kaynak: Karadelioğlu, s. 37

Verman ve Pullman²⁵, araştırmalarında tedarikçi seçiminin kalite, fiyat, esneklik ve dağıtım performansları gibi farklı göreceli kavramlara göre seçildiği sonucuna varmışlardır. Yazarlar tedarikçi niteliklerinde yönetimin kabiliyetinden çok kalitenin, maliyetin ve dağıtım performansının daha önemli olduğunu araştırmalarında belirtmişlerdir.

2.6 Tedarikçi Seçim Metotlarının İncelenmesi

Tedarikçi seçim prosesinin önemli bir kısmı olan metot seçimi, seçim sonuçlarında önemli bir rol oynadığından çok önemlidir. Bu konu hakkında birçok araştırma ve çalışma yapılmıştır. Yıllar boyunca araştırmacılar daha geniş kategorilerin birkaçına bireysel tedarikçi seçim

²⁵ Rohit Verma ve Madeleine E. Pullman, "An Analysis of the Supplier Selection Process", Omega, **International Journal of Management Science**, Vol. 26, No. 6, 1998, ss. 739-750

metotlarını hem avantaj hem de dezavantajlara sahip olan her bir sınıflandırma ile gruplamaya ve sınıflandırmaya başlanmıştır.

2.6.1 Kategorik Metotlar

Bu yaklaşımda temel olarak kategorik metotlar kalitatif modellerdir. Tedarikçiler ilişkili performans karakteristiklerine göre derecelendirilir. Tedarikçi, bütün kriterler üzerinden puanlandırıldıktan sonra alıcı yine aynı karakteristikler üzerinden bir değerlendirme yapar. Kısaca tüm kategorik metotların temelinde, yapılan derecelendirmeden sonra en yüksek skora sahip tedarikçi seçilmesi vardır. Timmerman, yaptığı çalışmada bu metot kullanımının genel aşamalarını aşağıdaki şekilde vermiştir²⁶:

1. Tedarikçi seçimiyle ilgili tüm kriterler tanımlanır.
2. Tanımlanan kriterler türdeş kategorilerle düzenlenir.
3. Listelenen alternatiflerin ağırlıkları saptanır.
4. Ortalamaların karşılaştırılması için matris düzeni kurulur.
5. Tedarikçi performanslarının ölçüm elemanları için prosedür hazırlanır.
6. Performans ölçütlerine dayanan kriterlere göre her alternatifin ağırlıkları hesaplanır.
7. Ağırlıklar ve derecelendirmeler hesaplanır ve her tedarikçi için hesaplanır.

Verma ve Pullman, yöneticilerin tedarikçileri seçerken kullandıkları kriterleri belirlemek için çalışmalar yapmışlardır. Çalışmanın analizi iki aşamalı yapılmıştır: Likert ölçeğini kullanarak tedarikçi seçim kriterlerini derecelendirilmiştir, kesikli seçim analizi kullanılarak tedarikçi seçimi yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda yöneticilerin “kalite” kriterine en çok önem verdikleri görüldü. Önem sıralamasında bu kriteri “zamanında teslimat” ve ardından “parça başına düşen birim maliyet” kriterleri takip etmiştir. “Esneklik” kriteri ise yöneticiler için ilk beş önemli kriter arasına girmektedir²⁷.

²⁶ Ed Timmerman, “An Approach to Vendor Performance Evaluation”, **Journal of Purchasing and Materials Management**, 1986, Vol.22 (4), s. 17-18

²⁷ Verma ve Pulman, s. 739- 744

Bunun dışında yakın zamanlarda çevresel kriterlerin ön plana çıkmasıyla birlikte tedarik seçim süreciyle bütünleştiren karar destek sistemleri hakkında da araştırmalar yapılmış. Humphreys, Wong ve Chan 2003 yılında yaptıkları çalışmada tedarikçi seçimine çevresel bir bakış açısı getirilmiş ve oluşturulan karar destek sistemi kalitatif ve kantitatif çevresel kriterler olarak iki ana kritere göre kurulmuştur²⁸.

2.6.2 Linear Ağırlıklandırma Modelleri (LAM)

Linear Ağırlık Modellerinde kriterlere ağırlık verilir. En yüksek ağırlığa sahip kriter en yüksek öneme sahiptir. Kriterlere verilen puanlar ağırlıkları ile çarpılıp toplanarak her tedarikçi için bir tek rakam elde edilir. Böylece genel planlamada ilk sırada olan tedarikçi seçilebilir.

Linear ağırlıklandırma modellerindeki en önemli zorluk tedarikçinin performans kriterlerine göre değerlendirilmesindeki ve kriter önem ağırlıklarının verilmesindeki belirsizliktir. Bu belirsizliğin ortadan kaldırılması için Analitik Hiyerarşi Prosesi kullanımı önerilmiştir (Nydick, Hill ve Paul, 1992²⁹, Narasimhan, 1983³⁰) Analitik hiyerarşi prosesi kullanımıyla tedarikçilere karşı tercih durumlarını kriterlerin önem derecelerine göre ağırlandırarak puanlama yapılır ve sıralanır. Analitik hiyerarşi prosesine ikinci bölümde daha detaylı değinilecektir.

Linear ağırlıklandırma modelleri kullanımındaki belirsizliğin ortadan kaldırmak için istatistiki teknikler de kullanılmıştır. Williams, kriter ağırlıklarının çıkarılması için birleşik analiz kullanımı önermiştir. Thompson³¹, sırasıyla Monte Carlo Simülasyonu ve Thurston Olayı V Ölçeklendirme tekniğini sunmuştur (Thompson, 1990 ve 1991). Bu yöntemle alıcı, kriterlere tam bir ağırlık değeri ve tedarikçilere performans değeri vermek zorunda değildir bunun yerine sayı aralığı veya kalitatif derece sırası vermesi yeterli olmaktadır.

²⁸ P.K. Humphreys, Y.K. Wong ve F.T.S. Chan, "Integrating environmental criteria into the supplier selection process", **Journal of Materials Processing Technology**, Vol. 138, 2003, ss. 349-356

²⁹ Nydick, Robert L.; Hill, Ronald Paul, "Using the Analytic Hierarchy Process to Structure the Supplier Selection Procedure", **International Journal of Purchasing and Materials Management**, Vol. 28 (2), 1992, 31-36

³⁰ R. Narashiman, "An Analytical Approach to Supplier Selection", **Journal of Purchasing and Materials Management**, Vol. 19(1), 1983, ss. 27-33

³¹ K. Thompson, "Scaling Evaluative Criteria and Supplier Performance Estimates in Weighted purchase Decision Models", **International Journal of Purchasing and Materials Management**, Vol. 27(1), 1991, ss. 27-36

Tedarikçi seçimi konusunda derecelendirme konusunda yapılan başka bir çalışma konusu ise Bulanık Mantık kullanımıdır. Bulanık mantık kullanımı ile tedarikçilerin önem dereceleri ölçeklendirilerek ağırlıklandırılır böylece verilen ağırlık puanları daha detaylı ve alıcının sözel tercihlerine daha uygun bir yöntem önerilmiştir (Li Fun ve Hung ,1997³² ; Holt, 1998³³). Bulanık mantık ve bulanık küme teorisi ikinci bölümde daha detaylı değinilecektir.

Hsu ve Hu ,³⁴ tarafından yapılan çalışmada dış kaynak kullanımı ve çevresel bilincin artmasıyla birlikte tehlikeli madde yönetimi ile analitik ağ süreci (ANP) birleştirilerek tedarikçi seçiminin yapılması amaçlanmıştır. Tehlikeli madde yönetimi dört boyutta incelenmiş ve bu kriterler doğrultusunda analitik ağ süreciyle alternatifler arasında optimum tedarikçi seçimi yapılmıştır.

2.6.3 Maliyet Tabanlı Modeller

Maliyet tabanlı modeller temel olarak tedarikçilerin seçimi ile ilgili birçok maliyetin özetlenmesi ve ölçülmesinden yola çıkarak tedarikçi tarafından sınırlandırılan birim fiyatın ayarlanmasından oluşmaktadır. Bu modellerde maliyetlendirme üç farklı sürece göre yapılabilir bunlar işlem öncesi, işlem sırasında ve işlem sonrası maliyetler olarak sıralanabilir³⁵. Bilgisayarlı muhasebe sistemine sahip işletmeler için bu konuda “maliyet-oran” metodu sunulmuştur. Bu model kalite, teslimat ve servisle ilgili maliyetleri toplar ve bunlar birim fiyat üzerinden kar yada ceza oranı olarak ifade edilir³⁶.Bu metodun yanında servis ve teslimat performansı kriterleri gibi maliyet miktarlarının elde edilmesinin zor olduğu durumlarda maliyet tabanlı modeller ile puanlama sistemini birleştiren bir model kurulmuştur (Monczka ve Trecha,1988³⁷)

³² C.C. Li, Y.P. Fun ve J.S. Hung, “A New Measure For Supplier Performance Evaluation”, **IIE Transactions**, Vol. 29, 1997, ss. 753-758

³³ Gary Holt, “Which Contractor Selection Methodology?”, **International Journal of Project Management**, Vol. 16(3), 1998, ss. 153-164

³⁴ Chia-Wei Hsu, Allen H. Hu “Applying Hazardous Substance Management To Supplier Selection Using Analytic Network Process”, **Journal of Cleaner Production**, Vol 17, 2009, ss. 255–264

³⁵ Rasmus Friis Olsen ve Lisa M. Ellram, “A Portfolio Approach to Supplier Relationships”, **Industrial Marketing Management**, Vol. 29, 1997, ss 101-113

³⁶ Ed Timmerman, ss. 14 – 20

³⁷ R. M. Monczka ve S. J. Trecha, “Cost-Based Supplier Performance Evaluation”, **Journal of Purchasing and Materials Management**, Vol. 24 (2), 1988,ss. 2-7

2.6.4 Matematiksel Programlama Modelleri

Matematiksel programlama ile karar vericinin ulaşmak istediği optimal çözüm, kısıtlar göz önünde bulundurularak matematiksel model kurulumuyla sonuca ulaşılır. Literatürde tedarikçi seçimi için farklı birçok matematiksel model kurulmuştur.

Weber ve Current³⁸, tedarikçi seçiminde düşük fiyatta, yüksek kalitede ve zamanında teslimatı hedefleyen çoklu tam sayılı bir model sunmuşlardır. Kısıt olarak, satınalma yöneticisinin elinde olmayan kısıtlar ve satınalma politikasının gerektirdiği kısıtlar seçilmiştir.

Analitik hiyerarşi prosesinin ve matematiksel programlama modellerinin bütünleşik olarak kullanıldığı çalışmalar yapılmıştır. Ghodsypour ve O'Brien³⁹, tedarikçi seçimini en iyileyen, satınalmanın toplam faydasının maksimum olmasını hedefleyen bir model kurmuşlardır. Öncelikle AHP kullanılarak maliyet, kalite ve servis ana kriterler ve altı alt kriter ele alınarak tedarikçi derecelendirmesi yapılmıştır. Derecelendirmenin ardından, faydanın maksimizasyonunu hedefleyen ve tedarikçi kapasitesini, alıcının talep ve kalite beklentisini kısıt olarak alan ve tedarikçi ağırlıklarının amaç fonksiyonu katsayısını oluşturduğu bir lineer programlama modeli kurulmuştur. 2003 yılında Çebi ve Bayraktar⁴⁰ tarafından AHP ve hedef programlamanın bütünleştirildiği bir çalışma yapılmıştır. AHP modeli hem satınalma müdürünün tedarikçiden beklentilerini yansıtan kalite, teslimat ve maliyet faktörleri ele alınmış ve lojistik, teknoloji, yönetim ve iletişim gibi dört alt kriterle desteklenmiştir. LGP modeli çözülerek alımda farklı amaçların optimizasyonu yapılmıştır. Böylelikle kalite maksimizasyonu, geç teslimat yüzdesi minimizasyonu, satınalma maliyeti minimizasyonu ve kullanım maksimizasyonu aynı anda çözümlenmiştir. Kokangul ve Susuz⁴¹ matematiksel programlama ve AHP yöntemlerini bir arada kullanmıştır. Makalede indirim, bütçe ve kapasite gibi kısıtların olması durumunda en iyi tedarikçi seçimini ve optimal sipariş miktarını bulunması hedeflenmiştir. AHP yöntemi kullanılarak kritik faktörler, tedariki karakteristikleriyle karşılaştırılarak derecelendirmeleri ve sıralamaları yapılmıştır.

³⁸ Charles A. Weber, John R. Current ve Anand Desai, "Non-Cooperative Negotiation Strategies For Vendor Selection", **European Journal of Operational Research**, Vol. 108, 1998, ss. 208 - 223

³⁹ Ghodsypour ve O'Brien, ss 199- 212

⁴⁰ Ferhan Çebi ve Demet Bayraktar, "An İntegrated Approach For Supplier Selection", **Logistics Information Management**, Vol. 16(6) , 2003, ss 395-400

⁴¹ Ali Kokangul ve Zeynep Susuz, "Integrated Analytical Hierarch Process And Mathematical Programming To Supplier Selection Problem With Quantity Discount", **Applied Mathematical Modelling**, Vol. 33, 2009, ss. 1417-1429

Sıralamadan sonra, toplam satınalma maliyetinin minimizasyonu, toplam fayda maksimizasyonu ve eş zamanda hem toplam satınalma maliyetinin minimizasyonunu hem de toplam fayda maksimizasyonunu sağlayan üç farklı matematiksel programlama modeli kurulmuş ve LINGO programı yardımıyla çözümlenmiştir. Çalışmanın sonucunda eş zamanlı olarak toplam satınalma maliyetinin minimizasyonunun ve toplam faydanın maksimizasyonun yapılmasının optimal sonuca daha yakın olduğu görülmüştür.

2.6.5 İstatistikî Modeller

İstatistikî modeller tedarikçi seçimi ile ilgili stokastik belirsizliklerle ilgilenir. Satın alma olayları tiplerinin çoğunda stokastik belirsizlikler bulunmasına rağmen, çok az tedarikçi seçim modeli bu konuyla ilgilenmiştir. Ronen ve Trietsch, sadece sipariş teslim zamanının belirsiz olduğu durumlar için bir karar destek sistemi geliştirmişlerdir⁴². Soukoup, dengesiz talep durumu için çözüm üreten bir istatistikî simülasyon modeli sunmuştur⁴³.

Optimum tedarikçi seçimini amaçlayan ve tek veya çok tedarikçi ile çalışma kararını vermek için Shin, Benton ve Jun⁴⁴, olasılıklı maliyet modeli kurmuşlardır. Modelde kullanılacak olasılıklı kriterler, son ürünün kalitesi baz alınarak kalite performansı ve tedarikçinin beklenen teslimat hızı baz alınarak teslimat performansı olarak belirlenmiştir. Üretim firmasında uygulaması yapılan çalışmanın sonucunda, tedarikçinin ürün kalitesi ve teslimat konusunda esneklik yaratabileceğini düşünmediği sürece tek tedarikçi ile çalışmanın maliyet politikasına daha uygun olduğu bulunmuştur. Tek tedarikçi ile çalışma kararının başarıya ulaşması için tedarikçinin teslimat ve ürün kalitesi değişkenliğinin az olmasının gerektiği vurgulanmıştır.

Lasch ve Janker⁴⁵, yaptıkları çalışmada çok değişkenli analiz kullanarak tedarik zinciri yönteminin birçok basamağını destekleyen yeni bir tedarikçi derecelendirme sistemi kurmayı

⁴² B. Ronen ve D. Trietsch, "A Decision Support System For Purchasing Management Of Large Projects", **Operations Research**, Vol. 36(6),1988, ss. 882-890.

⁴³ W.R.Soukup, "Supplier Selection Strategies", **Journal of Purchasing and Materials Management**, 1987, ss 77-12.

⁴⁴ Hojung Shin, W.C.Benton ve Minjoon Jun," Quantifying Suppliers' Product Quality And Delivery Performance :Asourcingpolicy Decision Model", **Computers and Operations Research**, Vol. 36, 2009, ss. 2462--2471

⁴⁵ Rainer Lasch ve Christian G. Janker, "Supplier Selection And Controlling Using Multivariate Analysis", **International Journal of Physical Distribution and Logistics Management**, 2005, Vol. 35(6), ss. 409-425

amaçlamışlardır. Çalışmada 193 endüstri kuruluşunun kullandığı tedarikçi seçim yöntemleri incelenmiş ve gereksinimleri bulunmuştur. Tedarikçi alternatifleri çok değişkenli analiz yardımıyla bulunan ortalamalarının bilgi teknolojileri yardımıyla kıyaslanarak karşılaştırılmıştır. Yaptıkları literatür çalışmasında grafik yöntemlerinin çok kullanılmadığı görülmüş ve bileşen analizi prensibi yardımıyla potansiyel tedarikçilerin elipsoit kümelerinin ortalamaları kullanılarak yeni tedarikçi seçim sistemi kurulmuştur. Bu sistemim sürekliliği doğru verilerle ve devamlı sağlanması koşulunda, verilerin gerçek piyasa koşullarına uygun olduğu öngörüsü yapılmıştır.

BÖLÜM 3

ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ VE BULANIK MANTIK

3.1 Çok Değişkenli Karar Verme

Karar verme, karşılaşılan bir durum karşısında en iyi olanı belirleme olarak tanımlanabilir. Karar vermeyi “seçenekler arasından seçim yapmak” şeklinde, “mevcut verileri değerlendirilerek durumu kavrama ve alternatif seçeneklerin getireceği sonuçları gözden geçirerek en uygun seçimi yapmak” şeklinde, “bir seçenek kümesinden en az bir amaç veya ölçüte göre en uygunun seçimi” şeklinde tanımlanmışlardır⁴⁶.

Son yıllarda yapılan bilimsel araştırmalarda incelenen olayların analizinde, kısıtlayıcı varsayımlar altında geçerli olan tek değişkenli analizlerin yeterli olmadığı görülmektedir. Tek değişkenli analizlerle ilgili en önemli kısıt, olaydaki birçok faktörün deneysel olarak kontrol altında tutulması ve her defasında tek bir faktörün etkisinin incelenmesidir⁴⁷.

Çok ölçütlü karar verme yöntemleri, karar vericinin belirsizlik, karmaşıklık ve birbirleriyle çelişen hedeflerinin olduğu durumlarda uygun araçlar sunarak daha iyi karar vermesini sağlamaktadır⁴⁸.

Karar verme ve planlama kavramları amaç, hedef ve stratejilerin, bir sistem anlayışı içerisinde bütünleşik bir şekilde algılanmasını gerektirmektedir. Hedefler, bu hedeflere ulaşırken izlenecek yollar, bilgi kaynakları, bilgi-işlem teknikleri vb. koşullar değiştikçe her bir duruma uygun karar vermek amacıyla kullanılan çeşitli metot, analiz ve teknikler bulunmaktadır⁴⁹.

Literatürde karar verme metotları adı altında geçen ve sayıları hayli kabarık olan, çok boyutlu karar verme metotlarını amaca göre optimizasyon-tutarlılık, indirgeme-sınıflama,

⁴⁶ Ali Göksu, İbrahim Güngör, “Bulanık Analitik Hiyerarşik Proses ve Üniversite Tercih Sıralamasında Uygulanması”, **Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**,2008, C.13(3), s.2.

⁴⁷ Emre İpekçi Çetin, “Çok Değişkenli Analizlerin Pazarlama İle İlgili Araştırmalarda Kullanımı: 1995-2002 Arası Yazın Taraması”, **Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi**, 2003,Vol , s. 32

⁴⁸ Ayten Topel, “Analitik Hiyerarşi Prosesinin Bulanık Mantık Ortamındaki Uygulamaları- Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi”, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, İstanbul, 2006, s.3

⁴⁹ İsmet Daşdemir, Ersin Güngör, “Çok Boyutlu Karar Verme Metotları ve Ormancılıkta Uygulama Alanları”, **ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi**, 2002, Cilt:4(4), s.2

matematik-istatistik esaslı gibi değişik şekillerde kategorize etmek mümkündür⁵⁰. Daşdemir ve Güngör tarafından yapılan çalışmada çok boyutlu karar verme metotlarının sınıflandırılması Tablo 3.1'deki gibi oluşturulmuştur.

Tablo 3.1 Çok boyutlu karar verme metotlarının sınıflandırılması

Kullanım Amacına Göre Metotlar	Karar Verme Teknikleri
1. Tutarlılık Amaçlı Metotlar	Electre I Tekniği (2) Şebeke Analizi ve PERT / CPM Teknikleri (1,2) Delphi Tekniği (2,1) Analitik Hiyerarşi Prosesi (2) Tercih (Konjoint) Analizi (2) Simülasyon (1) Input – Output Analizi (1,2) Dinamik Programlama (2) Doğrusal (Linear) Programlama (2)
2. Optimizasyon Amaçlı Metotlar	Amaç (Goal) Programlama (2) Tamsayılı Programlama (2) Ulaştırma (Transport) Modelleri (2) Envanter Modelleri (2) Markov Zincirleri (1) Lagrange Çarpanları (2) Fayda – Masraf Analizi (2) Doğrusal Olmayan Programlama (2)
3. Veri İndirgeme Amaçlı Metotlar	Faktör Analizi (3,4) Uyum (Correspondence) Analizi (3) Diskriminanat (Ayırma) Analizi (4)
4. Sınıflama Amaçlı Metotlar	Kümeleme (Cluster) Analizi (4) Çok Boyutlu Ölçekleme Analizi (3,4) Çok Boyutlu Varyans Analizi (5)
5. Diğer Metotlar	Çok Boyutlu Regresyon Analizi (5) Kümelerearası (Kanonikal) Korelasyon Analizi (5)

Kaynak: Daşdemir ve Güngör, s.2

Bu çalışmada çok kriterli karar verme metotlarında analitik hiyerarşi prosesi, belirsizlik durumu göz önünde bulundurularak bulanık mantıkla birlikte ele alınacağından bu bölümde daha detaylı incelenecektir.

⁵⁰ Daşdemir ve Güngör, s.2

3.2. Analitik Hiyerarşi Prosesi Yönteminin Tanımı

AHP, çok sayıda alternatifler arasında seçim ya da sıralama yaparken, çok sayıda karar vericinin bulunabildiği, çok kriterli, çok amaçlı, belirlilik veya belirsizlik durumunda karar vermede kullanılır⁵¹.

AHP'nin en önemli özelliği karar vericinin hem objektif hem de sübjektif düşüncelerini karar sürecine dahil edebilmesidir, yani bilginin, deneyimin bireyin düşüncelerinin ve önsezilerinin mantıksal bir şekilde birleştirildiği bir yöntemdir⁵².

Analitik hiyerarşi prosesi, birden çok kriter içeren problemlerin çözümünde kullanılan ve problemin ana hedefi, kriterleri, alt kriterleri ve alternatifleri arasındaki ilişkiyi gösteren hiyerarşik yapıya sahip bir karar verme yöntemidir.

Hiyerarşi, her seviyede üst sıralara çıkıldıkça azalma eğilimi gösteren ve bir üst sırada yer alanın amacına uygun birçok karşılaştırmadan meydana gelen, derecelendirme vazifesini gören yapıya hiyerarşi denir. Hiyerarşide en üst basamakta yer alan amaç, çok kriterli, objektif, kararların yanında sübjektif karar vermeyi de gerektiren, kriterleri alt kriterleri ve alternatifleri bulunan bir yapıya sahiptir⁵³.

Karar hiyerarşisinin tanımlanabilmesi durumunda kullanılan, kararı etkileyen faktörler açısından karar noktalarının yüzde dağılımlarını veren bir karar verme ve tahminleme yöntemi olarak açıklanabilir. AHP, bir karar hiyerarşisi üzerinde, önceden tanımlanmış bir karşılaştırma skalası kullanarak gerek kararı etkileyen faktörler ve gerekse bu faktörler açısından karar noktalarının önem değerleri açısından, birebir karşılaştırmalara dayanmaktadır⁵⁴.

Analitik hiyerarşi prosesi ile problem çözümede kullanılabilecek üç ilke bulunmaktadır. Bunlar ayırıştırma, karşılaştırmalı değerlendirme ve önceliklerin sentezinin yapılmasıdır.

⁵¹ Göksu ve Güngör, s.5

⁵² Murat Atan, Ufuk Maden ve Ebru Akyıldız, <http://muratatan.info/academic/bulletin/22.pdf>, **VIII. Ulusal Finans Sempozyumu**, 26 - 28 Ekim 2004, İstanbul Teknik Üniversitesi, İTÜ Maçka Kampüsü İşletme Fakültesi, İstanbul s.1

⁵³ Göksu ve Güngör, s.6

⁵⁴ Atan, Maden ve Akyıldız, s.6

Ayrıştırma prensibi, birbirini izleyen seviyelerden bağımsız olarak bir seviyedeki elemanlarla bir hiyerarşi oluşturulurken uygulanır. Bu ise tepedeki hedeften başlanan, ikinci seviye, üçüncü seviye, ... , şeklinde taban seviyesine kadar devam eden, bir önceki hedeften bir sonraki hedefi belirleyen kritere, diğer bir deyişle genelden başlayıp taban seviyesindeki özel alternatiflere kadar aşağı doğru yapılan bir çalışma ile olur.

Karşılaştırmalı değerlendirme prensibi, bir üst seviyedeki kritere göre bir alt seviyedeki elemanların göreceli önceliğini veren ikili karşılaştırma matrisini inşa etmede uygulanır. Bu matrisin esas özvektörü kriterlerin önceliklerini verir.

Üçüncü prensip ise, üst seviyede karşılık gelen kriterlerin önceliği ile onların lokal önceliklerini aşağı doğru tartarak ve kendisini etkileyen kritere göre bir seviyedeki her bir elemanı ilave edilerek elde edilen öncelikleri sentezlemede kullanılır. Bu, o elemanın bileşik veya global önceliğini verir ki bu öncelikle bir alt seviyedeki elemanlar mukayese edilir ve o elemanın yerel önceliğinin ağırlığını verir⁵⁵.

Dört aksiyom analitik hiyerarşi sürecini yönlendirir ve asli olarak ikili karşılaştırma notasyonunu faydalı kılar⁵⁶.

i. Aksiyom 1: Çift Taraflılık Koşulu

Eğer A faaliyeti B faaliyetinden x kat daha önemliyse, B faaliyeti de A faaliyetine göre $1/x$ kat önemlidir.

Aksiyom 1'in uygulanmaması, değerlendirme için kullanılan sorunun ya da ikili karşılaştırmaların yeterince açık olmadığını ya da doğru belirtilmediğini gösterebilir

ii. Aksiyom 2: Homojenlik

Benzer değerlerin karşılaştırılması için gerekmektedir. Fark büyük olduğu zaman yani öğeler homojen olmadığı zaman öğelerin kümelenmesi gerekmektedir.

⁵⁵ Sebahat Yetim, "Analitik Hiyerarşik Sürecinde Yer Alan Bazı Matematiksel Kavramlar", **Kastamonu Eğitim Dergisi**, 2004, Cilt: 12(2), s.458

⁵⁶ Thomas L. Saaty (1), "How To make A Decision: The Analytic Hierarchy Process", <http://sigma.poligran.edu.co/politecnico/apoyo/Decisiones/curso/Interfaces.pdf> s.24 Erişim Tarihi: 02.02.2009

iii. Aksiyom 3: Bağımsızlık

Tercihler ifade edildiği zaman kriterlerin alternatiflerin özelliklerinden bağımsız olduğu varsayılmaktadır. Bu aksiyom, her karar probleminin hiyerarşi şeklinde ifade edilemeyeceğini göstermektedir.

iv. Aksiyom 4: Beklentiler

Hiyerarşik yapının tam olduğu varsayılır, bir başka deyişle beklentileri karşılması için tüm kriterlerin ve tüm alternatiflerin hiyerarşide yer aldığından emin olunması gerekir. Aksiyom 4'ün uygulanmaması halinde kararı etkileyen başka değişkenler dışarıda kaldığından karar yetersizdir.

3.2.1 Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Karar Verme

Saaty, planlı bir şekilde kararın verilmesi için karar sürecini aşağıdaki gibi adımlamıştır⁵⁷.

1. Problemin tanımlanması ve problem hakkında bilgi edinilmesi
2. Hiyerarşik yapının en üst basamaktan en alt basamağa kadar oluşturulması
3. Bütün kriterler için ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması
4. Hiyerarşide bulunan her eleman için karşılaştırmalar kullanarak ağırlıklandırmanın yapılması.

Bu çalışmada analitik hiyerarşi prosesinin uygulamada dört adımda incelenecektir. Bu adımlar sırasıyla, hiyerarşik yapının oluşturulması, ikili karşılaştırmalarla önceliklerin belirlenmesi, karar matrisinin oluşturulması, ağırlıklar kümesi oluşturularak kararın verilmesi ve tutarlılık olarak ele alınmıştır.

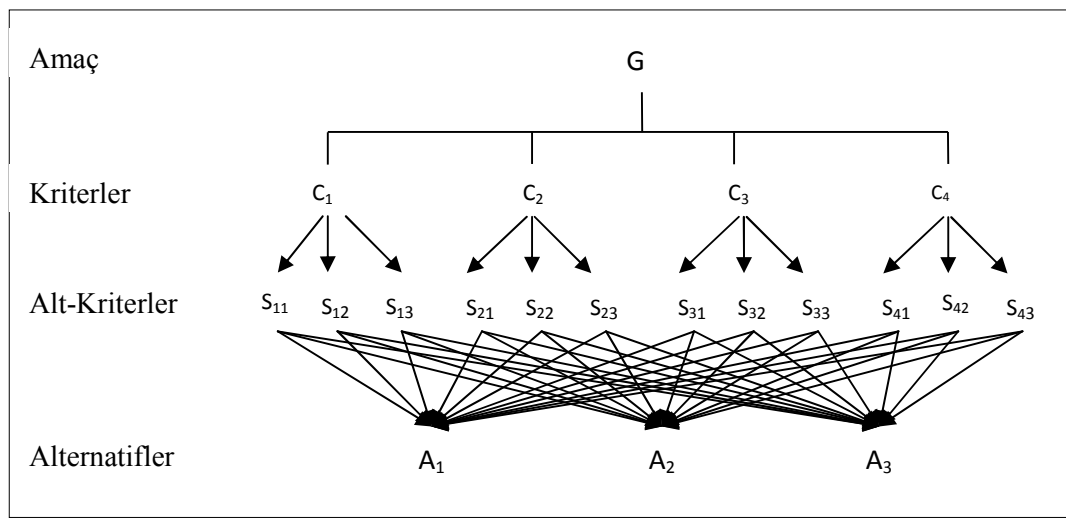
3.2.1.1 Hiyerarşik Yapının Oluşturulması

Analitik hiyerarşi prosesinde öncelikle en üstten amaç olmak üzere, kriterler, alt kriterler ve alternatifleri belirleyerek hiyerarşi oluşturulur. Kurulan modelin doğruluğu ve güvenilirliği açısından hiyerarşik yapının modeli en iyi şekilde yansıtmaya dikkat edilmelidir. Bu amaçla, ana problemi etkileyen tüm faktörler göz önünde bulundurulmalı, bunun içinde de gerekli kaynak taraması yapılmalı ve doğru katılımcılar seçilmelidir.

⁵⁷ Thomas L. Saaty (2), "Decision Making with The Analytic Hierarchy Process", **Int. J. Services Sciences**, Cilt 1(1), 2008, s.85

Hiyerarşi, daha önceden tanımlanan sistem öğelerinin ayrı ayrı kümeler halinde gruplaşabileceği ve bir gruba ait öğelerin diğer gruplardan sadece birinin öğelerini etkileyebileceği ve etkilenebileceği varsayımına dayanan özel bir sistem tipidir. Hiyerarşinin her bir grubuna (aynı zamanda seviye, düzey ve katman olarak da adlandırılır) ait öğeler birbirinden bağımsız olarak kabul edilmektedir⁵⁸. Basit bir AHP modeli Şekil 3.1’de örnek olarak çizilmiştir.

Şekil 3.1 Basit bir AHP modeli



Chan ve Kumar tarafından tedarikçi seçimi için yapılan çalışmada hiyerarşik yapı aşağıdaki adımlar yardımıyla kurulmuştur⁵⁹.

- i. Tedarikçi seçim probleminin tanımlanması
- ii. Ayrıntılı olarak neyin amaçlandığının saptanması
- iii. Saptanan amacı karşılayacak kriter ve alt kriterlerin saptanması
- iv. Karar etkileyecek alternatiflerin tanımlanması
- v. Amacı en üst seviyeye, kriterler ikinci seviyeye, alt kriterler üçüncü seviyeye ve karar alternatifleri dördüncü seviyeye yerleştirilerek hiyerarşik yapının oluşturulması

Hiyerarşi tasarımı, birbirini izleyen ama birbiriyle ilişkili üç süreçten oluşur.

⁵⁸ Topel, s.10

⁵⁹ Felix T.S. Chan ve Niraj Kumar, “Global Supplier Development Considering Risk Factors Using Fuzzy Extended Ahp-Based Approach”, Omega, Cilt 35, 2007, s.425

Bunlar⁶⁰;

- Düzey ve öğelerin belirlenmesi
- Kavramların tanımlanması
- Sorunların formülize edilmesi.

Saaty, ayrıntılı bir hiyerarşi tasarımı için belirlenmesi gereken noktaları aşağıdaki gibi sıralamaktadır⁶¹:

1. Genel amacın belirlenmesi
2. Genel amacın alt amaçlarının belirlenmesi
3. Genel amacın alt amaçlarını gerçekleştirmede uyulması gerek kriterlerin belirlenmesi
4. Her bir kriterin alt kriterlerinin belirlenmesi
5. Konuyla ilgili kişilerin veya grubun belirlenmesi
6. Bu kişi veya grupların amaçlarının belirlenmesi
7. Bu kişi veya gruplarının politikalarının belirlenmesi
8. Sonuçların ya da alternatiflerin belirlenmesi
9. En fazla tercih edilen sonucu veren kararın verilmesinin ve verilmemesinin getireceği yarar ve maliyetlerin karşılaştırması
10. Marjinal değerler kullanılarak fayda / maliyet analizinin yapılması

Problemin amacı belirlenip hiyerarşik yapının oluşturulmasından sonra belirlenen kriterlerin amacı ne kadar etkilediği öncelik ve önem kavramıyla anlatılarak belirlenir ve ölçme süreci diğer adımlarla devam edilir.

3.2.1.2 İkili Karşılaştırmalarla Önceliklerin Belirlenmesi ve Karar Matrisinin Oluşturulması

Analitik hiyerarşi prosesinde önceliklerin belirlenmesinde kullanılan ölçme tekniği ikili karşılaştırmalar yöntemidir. Önceliklerin belirlenmesi için ikili karşılaştırmalar matrisini her düzey elemanları için oluşturmak gerekmektedir. Faktörler ikili şekilde ele alınıp, belirlenecek bir kritere göre birbirlerine göre önemleri, tercih dereceleri veya tercih olasılıkları göz önüne alınarak karşılaştırma yapılmaktadır⁶². İkili karşılaştırmalar problemin

⁶⁰ Topel, s.11

⁶¹ Topel, s.11

⁶² Topel, s.14; Saaty (1), s.22

özümü hakkında bilgili kişilerle anket yapılarak oluşturulur. İkili karşılaştırmalar ile problemin alternatifleri arasındaki görelü üstünlükleri bulunmaktadır. Karar vericinin konuyla ilgili bilgi ve deneyimi arttıkça, anket sonucunun tutarlılığı ve doğruluğı da artar.

Kriterler arasındaki ikili karşılaştırmada hem kriterler arasındaki önem ve öncelik derecelerinin ifade edilmesi daha rahat olması için hem de sübjektif değerlendirmeleri kolaylaştırması açısından görelü ölçek kullanılır.

Hiyerarşinin bir düzeyini oluşturan faktörlerin birbirlerine olan görelü önemleri, ikili karşılaştırmalar yoluyla belirli bir ölçeğe göre puanlanıp, matristeki yerine yazılır. Saaty tarafından hazırlanan analitik hiyerarşi metodundaki önceliklendirme işleminde kullanılan ölçek ve bu ölçeğe ait puanlama şekli Tablo 3.2’de verilmiştir⁶³.

⁶³ Saaty (1), s.8

Tablo 3.2 Görelî Önem Ölçeği

Önem Derecesi	Tanımı	Açıklaması
1	Eşit Önemli	Her iki faaliyet de amaca eşit katkıda bulunur
3	Orta Önemli	Tecrübe ve değerlendirmeler sonucunda bir faaliyet diğerine göre biraz daha tercih edilir
5	Güçlü Önemde	Tecrübe ve değerlendirmeler sonucunda bir faaliyet diğerine göre çok daha fazla tercih edilir.
7	Çok Güçlü Önemde	Bir faaliyet diğerine göre çok güçlü şekilde tercih edilir. Uygulamada üstünlüğü ispatlanmıştır.
9	Son Derece Önemli	Bir faaliyet diğerine göre mümkün olan en yüksek derecede tercih edilir.
2,4,6,8	Yukarıdaki değerler arasındaki değerler	Bir değerlendirmeyi yapmakta sözler yetersiz kalıyorsa sayısal değerlerin ortasındaki değer verilir.
Yukarıdaki sayıların tersi		j faaliyeti ile karşılaştırıldığında i faaliyeti kendisine tahsis edilen yukarıdaki sayılardan birine sahipse j faaliyeti i ile karşılaştırıldığında bunun tersi bir değere sahiptir.
Rasyonel sayılar	Ölçekten elde edilen oranlar	Matristen n adet sayı alınarak tutarlılığın elde edilmesi
1.1 – 1.9	Önemi farklılaşmamış faaliyetler	Öğeler birbirine yakınsa ve ayırım yapılamıyorsa kullanılır. 1.3 orta, 1.9 ise en uç değer demektir.

İkili karşılaştırma matrisinden öncelik vektörü elde edilmektedir. Öncelik vektörü matrisin asıl özvektörüdür. Niteliksel özelliklere verilen ağırlıklar olarak ifade edilen karar öncelikleri, ikili karşılaştırmalar matrisinin özvektörü şeklinde ortaya çıkmaktadır⁶⁴.

Karşılaştırmalar, ikili karşılaştırmalarının matris formuna taşınmasıyla karar matrisi adını alır. i faaliyetinin j faaliyeti ile karşılaştırmasının sonucu olan her $a_{ij} ; a_{ij} > 0, a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}, a_{ii} = 1$ kuralları göz önünde bulundurularak oluşturur⁶⁵.

Karar matrisine i faaliyetinin j faaliyeti ile karşılaştırılması ankete verilen cevabın değeri olarak yerleştirilirken, j faaliyeti i faaliyeti ile karşılaştırıldığında eşleniği yerleştirilir. Karar matrisinde kendileriyle karşılaştırılan faaliyetleri eşit öneme sahip olduğundan matristeki değeri 1'dir.

Eğer geçişkenlik kuralı tüm matris elemanları için uygulanabiliyorsa örneğin $a_{ij} = a_{ik} \otimes a_{kj}$ eşitliği sağlanıyorsa matrisin tutarlı olduğu söylenebilir fakat geçişkenlik kuralı uygulanamıyorsa matrisin tutarsızlığı, tutarlılık oranı ile belirlenebilir. Tutarlılık oranı konusuna bu bölümde daha detaylı anlatılacaktır.

Özvektör yardımı ile kriterlerin görelî önemi en alt kriterden en üst kriter'e kadar belirlenmektedir. Böylece hiyerarşinin en alt düzeyinde bulunan alternatiflerin en üst düzeyde bulunan en üst amaca uygunluğu toplam görelî üstünlüklerden hesaplanabilmektedir.

3.2.1.3 Ağırlıklar Kümesinin Oluşturulması

İkili karşılaştırmalar, her alternatifin görelî önceliğini ve ağırlığını hesaplayan AHP modelinin girdileridir ve hiyerarşideki öğelerin bir üst seviyedeki öğeleri nasıl etkilediğini ve bu etkinin derecesini ölçmeye yaramaktadır⁶⁶.

Faaliyetler kümesi A_1, A_2, \dots, A_n olsun. A_i ve A_j faaliyet çiftinin sayısal yargıları $n \times n$ boyutlu A matrisinde aşağıdaki gibi gösterilmektedir.

⁶⁴ Topel, s.23

⁶⁵ Önal, s.46

⁶⁶ Topel, 16

Matris elemanları a_{ij} , karar vericinin i faktörünün j faktörü ile karşılaştırılmasında i faktörünün alternatifine göre ne kadar önemli olduğunun değerlendirilmesini ifade eder. Örneğin karar verici A_1 faaliyeti ile A_2 faaliyetinin değerlendirme sonucunu matrisin a_{12} elemanı ile sembolize edilir ve a_{ij} elemanının aşağıdaki kurallara uyması beklenir.

A_i, A_j çiftlerine ait yargıları, A ikili karşılaştırma matrisi üzerinde a_{ij} olarak sayıya dönüştürdükten sonra, faaliyetlerin sayısal ağırlıklar seti w_1, w_2, \dots, w_n oluşturulmaktadır.

- i. $a_{ij} \approx (W_i/W_j), i, j = 1, 2, \dots, n$
- ii. $a_{ii} = 1, i = 1, 2, \dots, n$
- iii. Eğer $a_{ij} = \alpha, \alpha \neq 0$ ise $a_{ji} = 1/\alpha, i = 1, 2, \dots, n$
- iv. Eğer A_i, A_j elemanına göre daha önemli ise, $a_{ij} \cong (W_i/W_j) > 1$ olur

Bu kurallarla ikili karşılaştırma matrisi Şekil 3.2'deki gibi gösterilebilir.

Şekil 3.2 İkili karşılaştırma Matrisi

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Ağırlıklar kümesinin oluşturulması ve problemin formülasyonu üç adımda yapılabilir⁶⁷

1. Adım: Görelî ağırlıkları tespit etmek üzere bir miktar taş ve taşların ağırlıklarını hatasız ölçen bir ölçek ele alalım. Taşlar sırasıyla tartılarak, ağırlıkları birbiriyle karşılaştırılsın. Örneğin C_1 ve C_2 tartılsın ve ağırlıkları w_1 ve w_2 , 305 gr ve 244 gr gelsin. İki faaliyetin görelî ağırlıklarını bulmak için ağırlık w_1, w_2 'ye bölünürse, sonucu 1,25 bulunur. Yani C_1, C_2 'den 1,25 kat daha ağırdır ve matriste $a_{12}=1,25$ 'dir.

Kusursuz bir ölçümün yapıldığı ideal bir durumda, w_i ağırlığı ile a_{ij} yargısı arasındaki ilişki şekil 3.3'deki gibi ifade edilmektedir.

$$w_i/w_j = a_{ij} \quad i, j = 1, 2, \dots, n$$

⁶⁷ Topel, s.18

Şekil 3.3 İkili karşılaştırma matrislerinin kriter ağırlıkları cinsinden gösterimi

	A ₁	A ₂	...	A _n
A ₁	w_1/w_1	w_1/w_2	...	w_1/w_n
A ₂	w_2/w_1	w_2/w_2	...	w_2/w_n
⋮	⋮	⋮	...	⋮
A _n	w_n/w_1	w_n/w_2	...	w_n/w_n

Gerçek hayatta matematiksel anlamda tam doğru sonucu vermeyip civarında değerler olacağından sonuçta olabilecek sapmalara karşı kabul edilebilecek ölçüde bir tolerans payı bırakılmalıdır.

2. Adım: Sonuçlardaki olabilecek sapmaların tolerans payını hesaplamak için A matrisinin i. satırını ele alalım; i satırındaki öğeler:

$$a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{in}$$

İdeal bir durum için bu satırdaki ilk öğeyi w_1 , ikinci öğeyi w_2 , ve diğerlerini çarparsak bütün sonuçların w_i çıkması gerekmektedir.

$$w_i/w_1 \times w_1 = w_i, w_i/w_2 \times w_2 = w_i, \dots, w_i/w_n \times w_n = w_i \quad (3.1)$$

Oysa gerçek hayatta söz konusu değerler tam olarak w_i 'ye eşit değildir ancak ortalamalarına yakın değerler alır. Bunun nedeni ölçümlerdeki hatalar ve insan yargılarındaki yanlılıklardır. Bu nedenler, w_i 'nin bu değerlerin ortalamasına eşitlenmesini beklemek daha mantıklı olacaktır. Dolayısıyla $w_i/w_j = a_{ij}$ ideal durumu yerine, w_i 'nin bir ortalama olarak ifade edilmesi; $w_i = \text{ortalama}(a_{i1}w_1, a_{i2}w_2, \dots, a_{in}w_n)$ daha uygun olacaktır. Buradan (3.2) veya (3.3) formülleri elde edilir.

$$w_i = (1/n) \sum_{j=1}^n a_{ij}w_j, i = 1, 2, \dots, n \quad (3.2)$$

$$w_i n = (1/n) \sum_{j=1}^n a_{ij}w_j, i = 1, 2, \dots, n \quad (3.3)$$

3. Adım: a_{ij} 'nin iyi bir tahmin olması halinde söz konusu değer, w_i/w_j 'ye yakın bir değer olacaktır. Ancak a_{ij} 'nin ideal durumdan sapması durumunda, w_i ve w_j 'nin değişmesi, n 'in de değişmesini gerektirmektedir. n değerinin faaliyet sayısını belirttiği ve değişmeyeceği için onun yerine en büyük özdeğer (λ_{max}) kullanılmaktadır. Buna göre, ideal tutarlılık durumundan sapma halinde λ_{max} , n 'ye yakın; ideal durumda ise, yukarıda da belirtildiği gibi n 'ye eşit olacaktır. İdeal durumdan sapma durumunda eşitlik (3.2) ve (3.3) aşağıdaki şekilde ifade edilecektir.

$$w_i = (1/\lambda_{max}) \sum_{j=1}^n a_{ij} w_j, i = 1, 2, \dots, n \quad (3.4)$$

Genel olarak a_{ij} 'deki sapmalar hem λ_{max} hem de w_i değerlerinden büyük sapmalara neden olacaktır. (3.4) formülünü genişletirsek formül (3.5) elde edilir.

$$A.W = \lambda_{max} W \quad (3.5)$$

Formül (3.5) eşitliğinde λ_{max} , A matrisinin en büyük özvektörü, A ise ikili karşılaştırmalar matrisini göstermektedir.

3.2.1.4 Tutarlılık

Analitik hiyerarşi sürecinde karar verme sürecinin ve oluşturulan hiyerarşinin tutarlık derecesi bulunabilir. Tutarlılık oranı (CI) ile karar vericinin ikili karşılaştırmalardaki yanlış değerlendirmeleri ölçmek ve saptamak mümkündür.

Tutarlılık oranı için kabul edilen üst sınır 0,10'dur ve 0,10 olan bir tutarlılık oranı öğelerin tamamen rassal bir şekilde karşılaştırılmış olma olasılığının %10 olduğunu ifade etmektedir. Tutarlılık oranı 0,10'dan büyükse bazı değerlendirmeler çelişkili olabileceğinden karar vericiden tekrar değerlendirme istenebilir.

Analitik hiyerarşi prosesinde tutarlılığı hesaplamak için ikili karşılaştırmalar matrisi ile elde edilen görelî önemler vektörü çarpılarak yeni bir vektör elde edilmektedir. En son vektörün birinci elemanı, görelî önemler vektörünün birinci elemanına, ikinci elemanı ikinci elemanına vs. bölünerek bir 3. vektör elde edilmektedir. Bu son vektörün elemanları toplanarak toplam eleman sayısına bölüldüğünde, en büyük özdeğer (λ_{max}) için tahmini tahmini bir değer elde

edilmektedir. λ_{max} ne kadar n değerine yakınsa, sonuçta o kadar tutarlı olacaktır. Tutarlılık göstergesi, aynı zamanda tutarlılıktan sapmayı temsil eden (3.6) eşitliğidir.

$$TO = (\lambda_{max} - n)/(n - 1) \quad (3.6)$$

Saaty tarafından yapılan çalışmanın sonucunda 1 ile 15 boyutundaki matrisler için tesadüfilik göstergeleri (RI) Tablo 3.3'de gösterilmiştir.

Tablo 3.3 Matrisin boyutuna göre ortalama tutarlılık oranları

Matris Boyutu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tesadüfilik Göstergesi	0,0	0,0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Tutarlılık durumunda (3.7) eşitliği sağlanır.

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i = n \quad (3.7)$$

Bu eşitlikten sapma derecesini gösterecek bir tutarlılık göstergesinin hesaplanması gerekmektedir. Bunun için aşağıdaki (3.8) eşitliliği kullanılmalıdır.

$$CI = (\lambda_{max} - n)/(n - 1) \quad (3.8)$$

Her bir matris boyutu için, tamamen tesadüfi sayılardan oluşmuş, değişik boyutlardaki matrisler için de, CI (Tutarlılık indeksi) hesaplanmıştır.

$$CR = CI/RI \quad (3.9)$$

(3.9) eşitliğinde verilen oran tamamen tesadüfi olarak oluşturulmuş bir matrisin, eldeki matrise tutarlılık indeksleri bakımından karşılaştırılmasının bir ölçütüdür. Karar vericinin yargısını gösteren matrisin tutarlılık indeksinin, aynı boyuttaki fakat tesadüfi değerlere dayanan matrisin tutarlılık indeksine bölünmesi sonucunda oluşan bu orana “uyum oranı” denilmektedir.

Uyum oranı sıfır ise “karar verici yargılarında tamamen tutarlıdır” denilmektedir ve oran 1’e yaklaştıkça “karar vericinin yargılarına dayalı matrisin tesadüfi olarak belirlendiği kabul edilmektedir.

Uyum oranı 0,1 veya daha küçük çıktığında “sonuç uyum sınırları içerisindedir” yorumu yapılmaktadır. Eğer uyum oranı 0,1’den büyük çıkarsa, karşılaştırma matrisinin tekrar gözden geçirilmesi gerekmektedir.

3.2.1.5 Analitik Hiyerarşi Prosesinin Avantajı

Analitik hiyerarşi prosesini kullanımının avantajları aşağıdaki gibi sıralanılabilir.

1. Analitik hiyerarşi prosesi uygulaması kolay ve anlaşılabilir bir yöntemdir.
2. Karar vericinin hedefe ilişkin tercihlerini belirleme, değerlendirmesinde ve ilişkilendirmesinde kolaylık sağlayan hiyerarşik yapı sunar.
3. İkili karşılaştırma matrisi yardımıyla çoklu alternatiflerin karşılaştırılmasını kolaylaştırır.
4. Karar vericinin yargılarının tutarlılık derecesini ölçme imkanı vermektedir.
5. Bir karar problemine ilişkin hem objektif hem subjektif düşüncelerle, hem nitel hem de nicel bilgileri karar sürecine dahil edilmektedir.
6. Çok kriterli yapısıyla oluşturulan modelde her kriterin ve alternatiflerin kendi içerisinde ve seviyelerine göre değerlendirilmesini sağlar.
7. Analitik hiyerarşi prosesine dair bir yazılım olan Expert Choice, uygulamalara kolaylık sağlayan analiz yapmaya elverişli bir programdır.

Analitik hiyerarşi prosesini kullanımının dezavantajları ise aşağıdaki gibi sıralanılabilir.

1. Analitik hiyerarşi prosesinin subjektif tarafı kararın doğruluğu konusunda eleştiri almaktadır ve hiyerarşik yapısı doğru oluşturulan problemlerde kararın doğru olduğu düşünülebilir. Subjektifliğin ortadan kalkması için kararlar grup tarafından alınsa dahi insan yargılarının karara etkisinin tamamen ortadan kalkmadığı düşünülmektedir.
2. Karar hiyerarşisinde kademe sayısı arttıkça ikili karşılaştırma sayısı artması özellikle yazılım kullanılmadığı durumlarda zaman kaybına ve yöntemin karmaşıklaşmasını getirir.

3. Sıra değiştirme (rank reversal) olgusu AHP'nin uygulamasında dikkat edilmesi gereken bir konudur ve herhangi bir karar alternatifi probleme eklendiğinde veya çıkarıldığında karar alternatifleri sıralamasının değişmesi durumudur. Sıra değiştirme durumunun geçerliliği konusunda tartişmalar vardır.
4. Analitik hiyerarşi prosesinin klasik mantık teorisi içinde uygulamasında bazı tutarsızlıklar olduğu tartişılmaktadır. Bunlardan bir tanesi matrisin ağırlık oranı ile ilgilidir. Matrisin bir tarafının ağırlık oranı $7-3=4$ iken, $1/3-1/7=4/21$ 'dir. İkinci tutarsızlık, x kriterine göre A alternatifi B alternatifine göre "biraz daha fazla derecede önemli" ise A'nın B'ye göreli önemi "3" rakamıyla tanımlanır. Fakat matris herhangi bir yöntemler çözümlü göreli ağırlığı bulunduğunda, A alternatifinin ağırlığı B alternatifinin 3 katı çıkmaktadır. Hâlbuki, A alternatifi B'ye karşı 3 kat değil, biraz daha önemli olarak derecelendirilmiştir.

Çalışmada tedarikçi seçim probleminin çözümlü için analitik hiyerarşi prosesi yöntemi bulanık mantık ile bütünleştirilerek kullanılmıştır. Analitik hiyerarşi prosesinde kullanılan ikili karşılaştırmalardaki karar vericinin kalitatif ifadelerinin sayısallaştırılması ve problemde var olan belirsizlik faktörünün etkisinin ingirgenmesinde bulanık teorisinin yardımcı olacağı düşünölmüştür. Bulanık küme teorisinin uygulamada kullanılmasındaki en önemli özelliği kesin olmayan kavramları ifade dilsel değişkenleri ifade gücüdür. Bulanık mantık konusu bölüm 3.3'de ele alınacaktır.

3.2.2 Analitik Hiyerarşi Prosesi Uygulamaları

1965 yılında L. Thomas Saaty tarafından ortaya konan AHP ilk olaak 1971 yılında ABD Savunma Bakanlığı'nda olasılık planlama problemlerinde kullanılmıştır. Daha sonra çeşitli alanlarda uygulanmış ve 1973 yılında Sudan ulaşım projesinde kullanılmasıyla tam olgunluğa ulaşmış ve teorik olarak gelişimini 1974-1978 yıllarında tamamlamıřtır⁶⁸. Bugüne kadar analitik hiyerarşi prosesi birçok farklı alanda birçok uygulamaya sahiptir.

Saaty'nin 1980 yılında hedef pazarın veya ürünün belirlenmesinde ve değerlendirmesinde analitik hiyerarşi prosesini kullanmıştır. Saaty bir başka çalışmasında ABD'de yaşanabilecek

⁶⁸ Göksu ve Güngör, s.4

en uygun kent seçiminde AHP kullanmıştır. Saaty ve Tran, 2007 yılında yaptıkları çalışmada analitik hiyerarşi prosesinde bulanıklığın yerini tartışmışlardır.

Ada, Kazançoğlu ve Aracıoğlu yaptıkları çalışmada, nitel ve nicel faktörler içeren tedarikçi seçim problemini AHP metodoloji kullanmışlardır. Benzer şekilde, Özyörük ve Özcan, AHP yöntemini otomotiv sektöründe tedarikçi seçiminde kullanmışlardır. Tedarikçi seçiminde AHP yöntemi kullanan bir başka çalışmada Barbarosoğlu ve Yazgaç tarafından hazırlanmıştır ve Türk elektrik endüstri şirketlerinde uygulaması yapılmıştır.

Atan, Maden ve Akyıldız, AHP yöntemini banka kredi taleplerinin değerlendirilmesinde kullanılmışlardır. Kredi talebinde bulunan kişileri dört ana kategoride (mali durum, teminatü iş durumu ve kişisel bilgiler) değerlendirerek kişilerin kredi skorunu belirlemişlerdir ve bu ana kriterleri onüç alt kriter değerlendirilmiştir.

Badri, tesis yeri seçiminde analitik hiyerarşi süresini ve hedef programlamayı bütünleştirerek, yer seçimi stratejilerinin planlı bir şekilde yürütülmesini ve birçok faktörün değerlendirildiği problemin kolaylaştırılmasını amaçlamışlardır.

Akay ve Kurt, çalışmalarına ücret yönetiminin düzenlenmesinde AHP ile bir iş değerlendirme sistemi tasarlanmış ve geliştirilen sistem bir elektrik işletmesindeki farklı işlerin değerlendirilmiştir. Performans değerlendirme sürecinde yapılan bir diğer çalışmada, Yaralıoğlu, AHP yöntemini kullanmıştır.

İşletmede AHP yönteminin uygulaması ise Felek, Yuluğkural ve Aladağ tarafından analitik hiyerarşi prosesi ve analitik ağ modeli yöntemlerinin karşılaştırılması, mobil iletişim sektöründe pazar payının tahminlemesi gösterilebilir.

Toksarı, AHP yöntemini mobilya sektörü için hedef pazarın seçiminde kullanılarak stratejilerin üstünlüklerinin belirlenmesi ve sistematik olarak alternatiflerin karşılaştırılması ve değerlendirilmesinde kullanılmışlardır.

Ramanathan, analitik hiyerarşi sürecinde veri zarflama analiziyle ağırlıkları türetme ve toplama konusunda çalışmıştır.

Peniwati ve Hsiao, ekonomik, sosyal ve politik göstergelere göre ülkelerin, illerin ve ilçelerin gelişmişlik sıralamalarında AHP kullanılmıştır.

3.3 Bulanık Kümeler Teorisi ve Bulanık Mantık

Günlük hayatta karşımıza çıkan problemlerinin çoğunun belirsizlik faktörü içermesi, göreceli olması ve tam olarak modellenememesi çözümlerinin sorgulamasına, geleneksel anlayış olarak kabul edilen Aristo mantığının bu alanlardaki yetersizliğinin anlaşılmasına ve belirsizliği temel alan mantık anlayışının benimsenmesine yol açmıştır.

Genel olarak değişik biçimlerde ortaya çıkan karmaşıklık ve belirsizlik gibi tam ve kesin olmayan bilgi kaynaklarına bulanık (fuzzy) kaynaklar adı verilir. L. Zadeh gerçek dünya sorunlarına ne denli yakından incelenirse, bunlara ait çözümlerin de o oranda bulanık hale geleceğini ifade etmiştir. Çünkü çok fazla olan bilgi kaynaklarının hepsini aynı anda ve etkileşimli olarak kavrayamaz ve kesin sonuçlar çıkaramaz. Burada sözlü edilen bilgi kaynaklarının temel ve kesin bilgilerin yanında sözel bilgileri de içerdiğini ifade etmek gerekir Bir sistem ile ilgili olarak, öğrenerek sahip olunan bilgi arttıkça, sistemi anlayabilme oranı da artar, sistem hakkındaki karmaşıklık ise azalır. Fakat sistem hakkındaki karmaşıklık tamamen yok olmaz. İncelenen sistem ile ilgili olarak elde olan veri azaldıkça bulanık yaklaşımın uygunluğu artacaktır⁶⁹.

Bulanık mantık ilkeleri belirsizliği açıklama kabiliyeti açısından üstünlüğü ile öne çıkmaktadır. Teori, matematiksel işlemleri ve programlamayı bulanık alanda uygulamaya da elverişlidir. Bir bulanık küme, her bir elemanı 0 ile 1 arasında değişen üyelik derecesine sahip bir fonksiyon ile tanımlanır. Bu üyelik dereceleri, bir bulanık küme için süreklilik arz eder⁷⁰.

Bulanık küme teorisi, belirsizliği ifade etmek için bir yaklaşım sağlar. Tarihsel olarak incelendiğinde, matematiksel modellerde belirsizliği göstermek için birincil araç olarak olasılık teorisi kullanılmaktaydı. Bu sebeple, tüm belirsizliklerin rasgele belirsizliğin yapısını izlediği varsayılmıştır. İçerdiği kavramlardan belirli bir tanesi sıkı sıkıya şansa ilgili olan süreç bir rasgele süreçtir. Bu tür bir süreçte olaylar dizisinin bir tahminini yapmak mümkün değildir. Rasgele bir süreçte mümkün olan tahmin, sürecin uzun süreli ortalama istatistiklerinin kesin tanımıdır. Fakat bu aşamada dikkat edilmesi gereken ise tüm belirsizliklerin rasgele olmayabileceğidir. Bazı belirsizlikler rasgele değildir ve bu tür

⁶⁹ Ali Mert, “Bulanık Bilgilerin Bir Araya Getirilme Problemleri ve Onların Karar Verme Modellerinde Kullanılması”, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2003, s.1

⁷⁰ Akman ve Alkan, s.30

belirsizlikleri olasılık teorisi yardımıyla modellemek uygun değildir. Eldeki veri üstü kapalı ise, kesin değilse ve/veya eldeki problemin bir takım elemanları ile ilgili bilgi eksikliği varsa bunlar belirsizlik yaratır ve bu tür belirsizlikleri modellemek için bulanık küme teorisi olağanüstü bir araçtır⁷¹.

Temel istatistiksel analiz, olasılık teorisi ya da durağan rasgele süreçler üzerine kurulmuştur oysa ki bir çok deneysel sonuç hem rasgele hem de rasgele olmayan süreçleri içermektedir. Durağan rasgele süreçler şu üç özelliği gösterirler⁷²:

- 1) Süreçlerin içinde tanımlı olduğu örnek uzayı, deneyden deneye değişmez. Yani çıktı uzayı değişmez.
- 2) Meydana gelme sıklığı ya da örnek uzayında ki bir olayın olasılığı sabittir, denemeden denemeye ya da deneyden deneye değişmez.
- 3) Çıktılar deneyden deneye tekrar edebilir olmalıdır. Bir deneyin sonucu bir önceki ya da sonraki denemenin sonucundan etkilenmez.

Rasgele süreçlerin burada bahsedilenden çok daha fazla sayıda genel sınıfları vardır fakat bulanık kümeler bu özellikler yardımıyla ifade edilemezler.

Bulanık mantık aşağıdaki şekilde özellikleri olan iki durumda çok başarılı sonuçlar verebilmektedir⁷³. Bunlar:

- Anlamanın çok kısıtlı ya da aslında yargısal olduğu çok karmaşık modeller
- İnsan mantığının, insan yargısının ya da insan karar vermesinin had safhada içerdiği süreçlerde.

Bulanık mantık, temel araç olarak bulanık küme teorisini kullanmaktadır. Amacı, kesin olmayan önermelerin takribi muhakemesi için esaslar ortaya koymaktadır. Bulanık mantık, bulanık ifadelerin (nadir, genellikle, bol v.b.), bulanık sayısal ifadelerin (çok az, hemen hemen, hepsi v.b.), bulanık doğruluk değerlerinin (oldukça doğru, çok doğru, az doğru, çoğunlukla yanlış v.b.) bulanık değerlerle ölçülmesine imkan tanımaktadır⁷⁴.

⁷¹ Mert, s.3

⁷² Mert, s.5

⁷³ Mert, s.4

⁷⁴ Topel, s.33

3.3.1 Bulanık Kümeler Teorisinin Tarihsel Gelişimi

Bulanık Mantığın tarihi çok eskilere dayanmaktadır. Aristoteles'in "Var ya da Yok" yasalarına karşın Heraclius, bir şeyin hem doğru hem de yanlış olabileceği fikrini ortaya sürmüştür. Plato ise bu durumun ileri götürerek "doğru" ve "yanlış" olmanın dışında, doğru ve yanlışın iç içe olduğu üçüncü bir durumdan bahseder. Ancak ilk kez Lukasiewicz 1900'lerin başında "olası" kavramını ortaya atmıştır. Bu kavram Bulanık Mantık'ın temelini oluşturur. Lukasiewicz, doğru ve yanlış arasında sonsuz farklı değer olduğundan bahsetmiş ancak bu mantık uygulamalarında çok başarı elde edememiştir⁷⁵

1930'larda Max Black belirsizliği açıklayıcı öncü kavramlar geliştirmiştir fakat Zadeh'in "From Circuit Theory to System Theory" başlıklı (1962) yazısı, bilim dünyasında yeni bir dönüm noktası ve "Fuzzy Sets" başlıklı 1965 yılındaki yazısında "Bulanık Kümeler" kuramına bir başlangıç olmuştur⁷⁶. Bu makalesinde, Zadeh kesin olmayan sınırlara sahip kümelerin oluşturduğu bulanık küme teorisini ortaya koymuştur. Bulanık teorisinin L. Zadeh tarafından ortaya atılmasının temelinde bu bilim adamının uzun yıllar boyu kontrol alanında çalışmış olması yatmaktadır⁷⁷. Söz konusu çalışma, Aristo mantığına karşı meydan okumasından ötürü önemlidir⁷⁸.

Bulanık teorisinin diğer teoriler ile arasındaki farklılıkların esasen tam olarak anlaşılması elle tutulan bir kanıt sonrası olmuştur. 1975 yılında Mamdani ve Assilian tarafından gerçekleştirilen ilk gerçek hayat uygulaması bunu başarmıştır. Bu bilim adamları bir buhar makinesinin kontrolünü bulanık sistem ile modellemişlerdir. Bu çalışmanın asıl kıymeti ise bulanık teori ile bir sistemi kontrol etmenin kolaylığını ve etkinliğini ortaya koymasıdır. Daha sonraki yıllarda gerçekleştirilen çimento fabrikasının işletilmesi ve kontrolü çalışmaları bulanık teorisinin ününü arttırmıştır. Yine de bu genişleme Batı'da yavaş adımlarla gerçekleştirmiştir. 1980 yılından sonra bulanık teori temelli elektrikli süpürge, çamaşır makinesi, asansör, metro ve şirket işletimi gibi uygulamalar olağanüstü rakamlara ulaşmıştır.

⁷⁵ Esra Vural, www.ce.yildiz.edu.tr/mygetfile.php?id=1786, Erişim Tarihi: 04.03.2009

⁷⁶ A. Karadoğan, A. Başçetin, A. Kahrıman ve S. Görgün, "Bulanık Küme Teorisinin Yer Altı Üretim Yönetimi Seçiminden Kullanılabilirliği", **Türkiye 17. Uluslar arası Madencilik Kongresi ve Sergisi**, İstanbul, 2001, s. 96

⁷⁷ Mert, s.2

⁷⁸ M.Sarı, Y.Ş: Murat ve M. Kırabalı, "Bulanık Modelleme Yaklaşımı ve Uygulamaları", **Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**, 2009, Cilt 9, s.2

Son yıllarda ise, mühendislik alanlarında, veri tabanlarının sözel hale getirilmesinde v.b. konularda bulanık mantık uygulamaları tüm dünyaya yayılmıştır⁷⁹.

3.3.2 Bulanık Kümeler

Nesneler hakkındaki bilgiyi düzenlemeye, özetlemeye ve genelleştirmeye yöneldiğimizde, çoğu zaman küme kavramını kullanırız. Aynı özelliği taşıyan üyeleri bir araya getirme isteği küme kavramıyla karşılaşılır.

Geleneksel ve bulanık kümeler sınır koşulu ve üyelik derecesi anlamında karşılaştırılır. Bulanık kümelerde bir nesnenin üyelik derecesi, 0 ve 1 arasındaki bir sayı ile açıklanır. Burada, 0 sayısı ilgili nesnenin kümenin üyesi olmadığını, 1 sayısı ilgili nesnenin kümenin tam üyesi olduğunu ve bu iki değer arasındaki herhangi bir sayı ise ilgili nesnenin kümeye üyelik derecesini gösterir. Buna göre, bulanık küme teorisinde kümenin elemanı olmayan nesnelere, kümenin tam elemanı olan nesnelere doğru esnek ve dereceli bir geçişe izin verilir⁸⁰.

Bulanık kümedeki yatay eksendeki gerçek sayıların her biri, düşey ekseninde 0 ile 1 arasında değişen üyelik derecelerine dönüştürülmektedir. Böylece yatay eksenindeki bir gerçek sayı x ile gösterilirse bunun üyelik derecesi de μ_A ile gösterilmektedir. Buradan $0 \leq \mu(x) \leq 1$ olduğu anlaşılmaktadır.

Bir klasik X kümesinin elemanları, $X = \{x_1, x_2, x_3, \dots\}$ şeklinde gösterilirken, elemanlar ve üyelik dereceleri kesikli ve sonlu bir fonksiyonla ifade edildiği durumlarda bunun bulanık hali $X = \{\mu(x_1)/x_1 + \mu(x_2)/x_2 + \dots\} = \{\sum \mu(x_i)/x_i\}$ şeklinde gösterilir. Bulanık kümenin sürekli ve sonsuz bir fonksiyonla ifade edildiği durumlarda ise $X = \{\int \mu(x)/x\}$ olur⁸¹.

3.3.2.1 Bulanık Kümelerle İlgili Matematiksel Kavramlar

Tanım: Bir bulanık küme X uzayındaki elemanları $[0,1]$ aralığına taşıyan üyelik fonksiyonu ile karakterize edilir.

$$\mu_A: X \rightarrow [0,1] \quad (3.10)$$

⁷⁹ Mert, s.6

⁸⁰ Mustafa Özkan, "Bulanık Hedef Programlama", Ekin Kitabevi İstanbul, 2003, s.6

⁸¹ Topel, s. 37

Yani bir A bulanık kümesi $x \in X$ değerleri ve onun üyelik fonksiyonu değerlerinden oluşan çiftler halinde ifade edilebilir.

$$(A = \{\mu_A(x) / x \mid x \in X\}) \quad (3.11)$$

Bulanık küme bilinen küme kavramının genelleştirilmiş halidir.

Tanım: Bulanık kümede herhangi bir eleman tarafından elde edilen en yüksek üyelik derecesidir ve supremum kavramıyla eşittir.

Eğer A bulanık kümesinin üyelik fonksiyonu 1 değerini alıyorsa A bulanık kümesi normal bulanık kümedir.

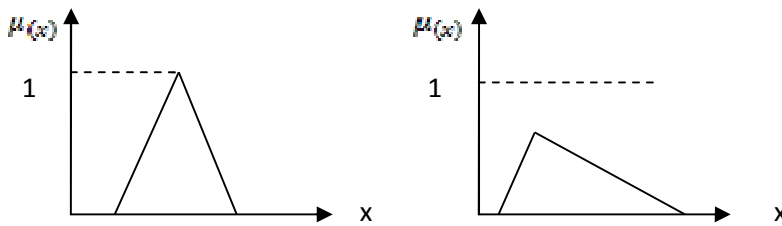
$$\sup_x \mu_A(x) = 1 \quad (3.12)$$

Eğer supremum değeri 1'den küçük ise bu durumda küme subnormal bulanık küme olur ve aşağıdaki şekilde gösterilebilir. (3.13)

$$\sup_x \mu_A(x) < 1$$

İnfimum (inf) ise bir bulanık küme içindeki en küçük ilk değerdir.

Şekil 3.4 Normal ve Normal Olmayan Bulanık Küme Gösterimi



Normal Bulanık Küme

Normal Olmayan Bulanık Küme

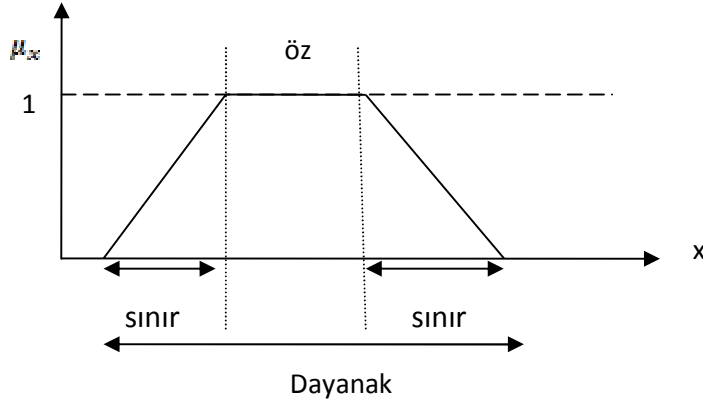
Tanım: X'in A'ya 0 derece haricindeki tüm derecelerde dahil olan tüm elemanlarına A bulanık kümesinin dayanağı denir ve $\text{supp}(A)$ ile gösterilir.

$$\text{supp}(A) = \{x \in X \mid \mu_A(x) = 1\} \quad (3.14)$$

Bir A bulanık kümesine 1 üyelik derecesi ile dahil olan X'in tüm elemanlarına A bulanık kümesinin özü denir ve aşağıdaki şekilde tanımlanır.

$$\text{core}(A) = \{x \in X \mid \mu_A(x) = 1\} \quad (3.15)$$

Şekil 3.5 Sınır, Öz ve Dayanak Gösterimi



Tanım: Eğer A bulanık kümesinin üyelik fonksiyonu tek tepeli şekle sahip ise A bulanık kümesi tek tepelidir yani

$$\sup_x \mu_A(x) = x^* \quad (3.16)$$

Bu da A bulanık kümesine en büyük üyelik derecesinden dahil olan sadece bir eleman olduğu anlamına gelir.

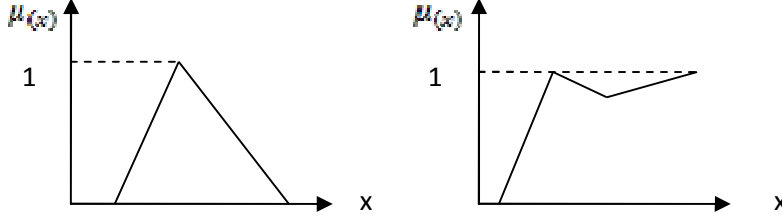
Tanım: Eğer A bulanık kümesinin üyelik fonksiyonu aşağıdaki özelliği sağlar ise A bulanık kümesi dışbükey küme olarak tanımlanır.

$$\mu[\lambda x_1 + (1 - \lambda)x_2] \geq \min[\mu_A(x_1), \mu_B(x_2)], \quad x_1, x_2 \in X \text{ ve } \lambda \in [0, 1] \quad (3.17)$$

Benzer şekilde aşağıdaki özelliği sağlayan üyelik fonksiyonuna sahip A bulanık kümesi de içbükey bulanık kümedir.

$$\mu[\lambda x_1 + (1 - \lambda)x_2] \leq \max[\mu_A(x_1), \mu_B(x_2)], \quad x_1, x_2 \in X \text{ ve } \lambda \in [0, 1] \quad (3.18)$$

Şekil 3.6 Dışbükey ve Dışbükey Olmayan Bulanık Küme Gösterimi



Dışbükey Bulanık Küme

Dışbükey Olmayan Bulanık Küme

Tanım: Bir A bulanık kümesinin α kesimi A_α olan bir keskin kümedir ve bu kümenin elemanları x kümesine ait ve α üyelik derecesinden büyük veya eşit üyelik derecesine sahip olan elemanlardır.

α arttıkça ona karşı gelen α - kesim kümesi küçülmektedir.

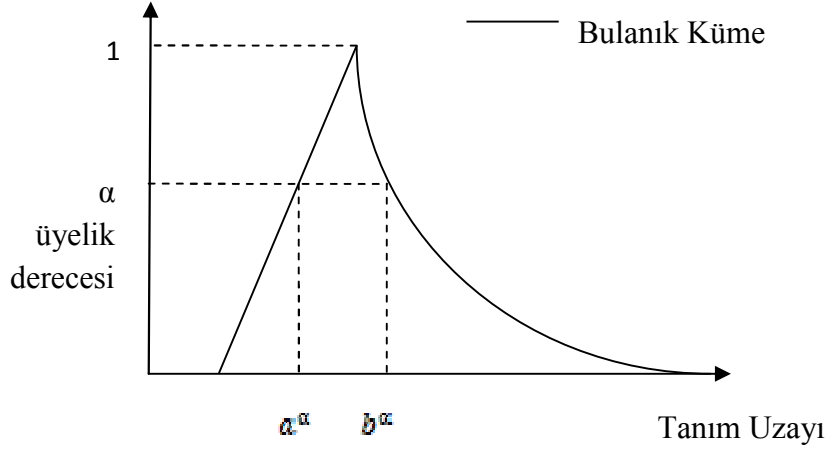
$$A_\alpha = \{x \in X \mid \mu_A(x) \geq \alpha\}, 0 \leq \alpha \leq 1 \quad (3.19)$$

Tanım: Tüm üyelik derecelerinin kümesine bir kümenin düzey kümesi denir. A bulanık kümesinin farklı α - kesimlerini temsil eden bütün α düzeylerinin kümesine A 'nın düzey kümesi denir ve aşağıdaki şekilde gösterilir.

$$A = \{\alpha \mid \mu_A(x) = \alpha \exists x \in X\} \quad (3.20)$$

Tanım: A bulanık kümesinin α - kesimi Şekil 3.7'de ifade edildiği gibi belirli bir α üyelik derecesi için $[A]^\alpha$ bulanık olmayan kümesi (ya da aralığı) olarak tanımlanır ve matematiksel olarak $A^\alpha = [a^\alpha, b^\alpha]$, $\alpha \in [0,1]$ şeklinde ifade edilir.

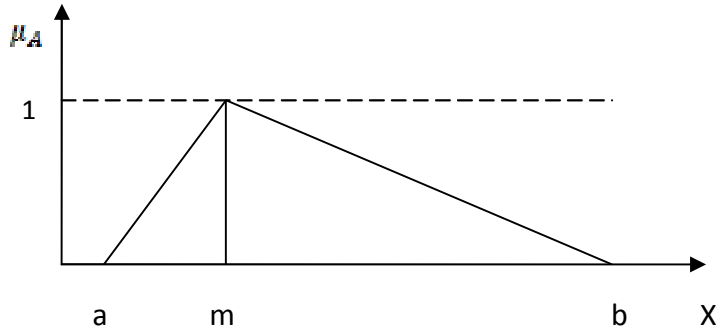
Şekil 3.7 Bir Bulanık Kümenin α - Kesimi



Kaynak: Bayrak, 2004, s.48

Tanım: Tepe noktası yada merkezi m olan ve a değeri kadar azalıp b değeri kadar artan A bulanık kümesine üçgen bulanık sayı denir. Burada $a, b > 0$. Şekil 3.8'de örnek bir üçgen üyelik fonksiyonu grafiği verilmiştir.

Şekil 3.8. Üçgen üyelik fonksiyonu için örnek grafik



Üçgen üyelik fonksiyonuna sahip bir bulanık kümenin üyelik fonksiyonu aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & , x \leq a \\ \frac{x-a}{m-a} & , x \in [a, m] \\ \frac{b-x}{b-m} & , x \in [m, b] \\ 0 & , x \geq b \end{cases} \quad (3.21)$$

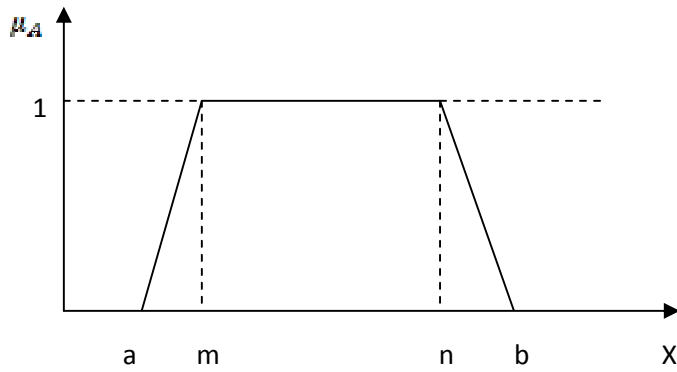
Şekil 3.8 ve eşitlik (3.19)'de m parametresi üçgenin tepe noktasını, a parametresi üçgenin tabanındaki en küçük değeri, b parametresi ise üçgenin tabanındaki en büyük değeri göstermektedir.

Tanım: Üyelik fonksiyonunun yamuk şeklinde olması halinde fonksiyon şu şekilde ifade edilir.

$$\mu(x) = \begin{cases} 0 & , x < a \\ \frac{x-a}{m-a} & , x \in [a, m] \\ 1 & , x \in [m, n] \\ \frac{b-x}{b-n} & , x \in [n, b] \\ 0 & , x > b \end{cases} \quad (3.22)$$

Şekil 3.9 ve formül (3.10)'da m ve n parametreleri bulanık kümeye aitlik derecesi en yüksek olan elemanların alt ve üst sınırı, a ve b parametreleri yamuğun tabanının alt ve üst sınırlarıdır.

Şekil 3.9 Yamuk üyelik fonksiyonu için örnek grafik



3.3.2.2 Bulanık Küme İşlemleri

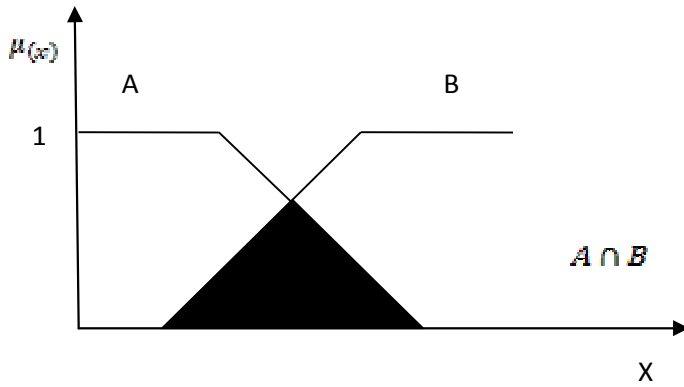
Bulanık küme işlemlerini tanımlamak için kümelerin aynı uzayda tanımlı olmaları gerekmektedir. Bulanık işlemlerin tanımlarında geçen A ve B bulanık kümelerdir ve X uzayında tanımlıdırlar ayrıca $x \in X$ tir.

Bulanık kümelerde kesişim eşitlik (3.23)'deki biçimde tanımlanabilir.

$$(A \cap B)(x) = \min\{\mu_A(x), \mu_B(x)\} = \mu_A(x) \wedge \mu_B(x) \quad (3.23)$$

Yani bir x elemanın A∩B kümesine aitlik derecesi aynı elemanın A ve B kümelerine aitlik derecelerinden küçük olanına eşittir. (Şekil 3.10)

Şekil 3.10 İki Bulanık Kümenin Kesişimini Gösteren Grafik

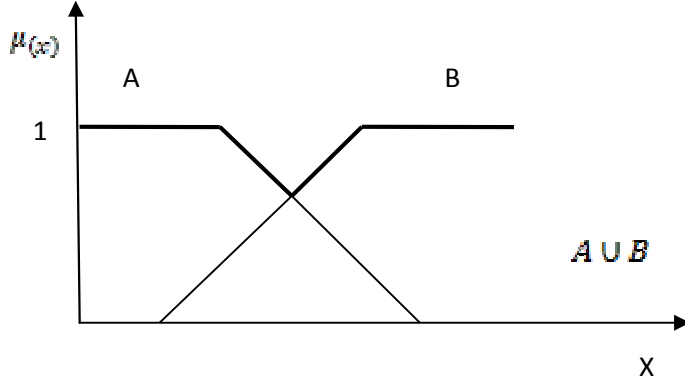


Bulanık kümelerde birleşim eşitlik (3.24)'deki gibi tanımlanabilir.

$$(A \cup B)(x) = \max\{\mu_A(x), \mu_B(x)\} = \mu_A(x) \vee \mu_B(x) \quad (3.24)$$

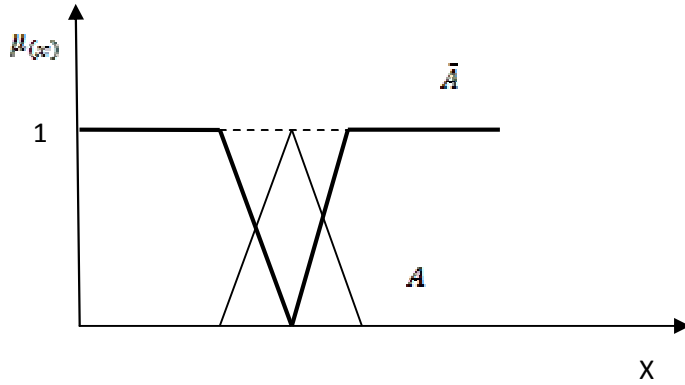
Yani bir x elemanın A∪B kümesine aitlik derecesi aynı elemanın A ve B kümelerine aitlik derecelerinden büyük olanına eşittir. (Şekil 3.11)

Şekil 3.11 İki Bulanık Kümenin Birleşimini Gösteren Grafik



$\mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x)$ ifadesi, x elemanının A kümesinin tümleyenine (\bar{A}) aitlik derecesi aynı elemanın A kümesine aitlik derecesinin 1'den farkına eşittir. (Şekil 3.12)

Şekil 3.12 Bir Bulanık Küme Ve onun Tümleyeninin Grafiği



A kümesinin B kümesi tarafından kapsanıyor olabilmesi için tüm x değerlerinin B bulanık kümesine aitlik derecelerinden büyük olması gerektiği eşitlik (3.25)'de görülmektedir.

$$A \subset B \Rightarrow \forall x, \mu_A(x) \leq \mu_B \quad (3.25)$$

3.3.3 Bulanık Sayılar ve Bulanık Sayılarda Cebirsel İşlemler

Bulanık sayıların klasik sayılardan en önemli farkı bulanık sayıların küme ifade etmesidir. Bulanık sayıyı ifade eden elemanlar $[0,1]$ aralığında farklı üyelik derecelerine sahiptir.

Bulanık bir A sayısı en az aşağıdaki üç koşulu sağlamalıdır⁸²:

- i. A normal bir bulanık küme olmalıdır.
- ii. A dışbükey bir bulanık küme olmalıdır.
- iii. A'nın desteği, ${}^{0+}A$, sınırlı olmalıdır.

Klasik sayılarda olduğu gibi bulanık sayılarda da cebirsel işlemler mevcuttur. Cebirsel işlemler α - kesim yöntemi ve genişleme kuralı yöntemi olarak adlandırılan iki farklı yöntem yardımıyla yapılabilir ve bu yöntemlerin sonuçları özdeş sonuçlar verir.

3.3.3.1 α - Kesim Yöntemi

İki bulanık sayı \tilde{A} ve \tilde{B} 'ye uygulanan cebirsel işlemler yeni bir bulanık sayı ile sonuçlanır. \tilde{A} ve \tilde{B} bulanık sayılarının α - kesimleri, $A_\alpha = [a_1^\alpha, a_2^\alpha]$ ve $B_\alpha = [b_1^\alpha, b_2^\alpha]$ olarak belirlendiği zaman, bu sayıların α - kesimleri arasında (3.26) eşitliklerinde verilen ilişkiler oluşturulabilir.

$$\left. \begin{aligned} (A + B)_\alpha &= A_\alpha + B_\alpha = C_\alpha \\ (A - B)_\alpha &= A_\alpha - B_\alpha = D_\alpha \\ (A \times B)_\alpha &= A_\alpha \times B_\alpha = E_\alpha \\ (A \div B)_\alpha &= A_\alpha \div B_\alpha = F_\alpha \end{aligned} \right\} \quad (3.26)$$

Buradan elde edilen $\tilde{C}, \tilde{D}, \tilde{E}$ ve \tilde{F} sayılarının α - kesimleri (3.27) eşitliklerindeki gibi verilebilir.

$$\left. \begin{aligned} C_\alpha &= [a_1^{(\alpha)} + b_1^{(\alpha)}, a_2^{(\alpha)} + b_2^{(\alpha)}] = [c_1^{(\alpha)}, c_2^{(\alpha)}] \\ D_\alpha &= [a_1^{(\alpha)} - b_1^{(\alpha)}, a_2^{(\alpha)} - b_2^{(\alpha)}] = [d_1^{(\alpha)}, d_2^{(\alpha)}] \\ E_\alpha &= [a_1^{(\alpha)} \times b_1^{(\alpha)}, a_2^{(\alpha)} \times b_2^{(\alpha)}] = [e_1^{(\alpha)}, e_2^{(\alpha)}] \\ F_\alpha &= [a_1^{(\alpha)} \div b_2^{(\alpha)}, a_2^{(\alpha)} \div b_1^{(\alpha)}] = [f_1^{(\alpha)}, f_2^{(\alpha)}] \end{aligned} \right\} \quad (3.27)$$

3.3.3.2 Genişleme Kuralı

Her $x, y, z \in \mathbf{R}$ için A ve B bulanık sayılarının toplamı;

$$\mu_{A+B}(z) = \text{enb}_{z=x+y}(\mu_A(x), \mu_B(y)) \quad (3.28)$$

⁸² Topel, s.49

Her $x, y, z \in R$ için A ve B bulanık sayılarının çıkarma işlemi;

$$\mu_{A-B}(Z) = \text{enb}_{z=x-y}(\mu_A(x), \mu_B(y)) \quad (3.29)$$

Bulanık sayılarda çarpma işlemi yapılırken işaretler dikkate alınmalıdır. Z, A ve B gibi iki bulanık sayının çarpma işlemi temsil etsin. $\mu_z(z)$, ($\mu_z(z) = 1$) en üst noktanın solunda monoton artan, sağında monoton azalan olduğu çarpma işlemi;

- i. Solda, $x, y < z$ durumunu sağlayan tüm (x,y) çiftleri göz önüne alınır. $\mu_z(z)$ 'nin sol tarafı;

$$\mu_{A \cdot B}(Z) = \text{enb}_{x, y < z}(\mu_A(x), \mu_B(y)) \quad (3.30)$$

- ii. Sağda ise $x, y \geq z$ durumunu sağlayan tüm (x,y) çiftleri göz önüne alınır. $\mu_z(z)$ 'nin sağ tarafı;

$$\mu_{A \cdot B}(Z) = \text{enb}_{x, y \geq z}(\mu_A(x), \mu_B(y)) \quad (3.31)$$

Her $x, y, z \in R$ için A ve B bulanık sayılarının bölme işlemi için;

A(:)B'nin sol tarafında;

$$\mu_{A:B}(Z) = \text{enb}_{z \geq x/y}(\mu_A(x), \mu_B(y)) \quad (3.33)$$

A(:)B'nin sağ tarafında;

$$\mu_{A:B}(Z) = \text{enb}_{z < x/y}(\mu_A(x), \mu_B(y)) \quad (3.33)$$

3.3.4 Dilsel Değişkenler

Bulanık mantık kullanımının en önemli sebeplerinden biri dilsel değişken kullanımındaki başarısıdır. Bulanık mantık ve dilsel değişken kullanımıyla karar verici, alternatifler arası değerlendirmelerinde subjektif olarak yapmalarını kolaylaştırır.

Sözel bir değişken, yapısal olarak (x, T(x), U, G, M) ile gösterilen beş bileşenden oluşur. Burada, x bileşeni sözel değişkenin ismidir. T(x), sözel değişkenle ilişkilendirilen kavramlardan oluşturulan bir terimler kümesidir. U bileşeni, sözel değişkenin tanımlı olduğu evrensel kümedir. G bileşeni, sözel değişkenin terimler kümesini oluştururken kullanılan, söz

dizimsel veya gramere dayalı bir kuraldır. Diğer bir ifadeyle G bileşeni, evrensel kümedeki bulanık olmayan değerleri de dikkate alarak, terimler kümesini küçükten büyüğe ve büyükten küçüğe doğru sıralayan tamamen sezgisel bir kuraldır. M bileşeni, terimler kümesini evrensel küme U'da tanımlı olan bulanık kümelerle ilişkilendiren anlama dayalı bir kuraldır⁸³.

Örneğin, hava sıcaklığının incelendiği bir durumda, sözel değişken x=ISI olarak kabul edilir. Buna göre, ısı değişkeni ile ilgili terimler kümesi, T(ISI)=[SOĞUK, ILIK, SICAK] olarak ifade edilebilir. Burada söz dizimsel kural G, terimler kümesindeki her bir elemanın evrensel kümeyi göz önünde bulundurarak sıralanması anlamına gelir. Anlamsal kural M ise, T(ISI) ile ifade edilen terimler kümesindeki her bir elemanın evrensel küme U'da tanımlı olan bir üyelik fonksiyonu ile eşleştirilmesi anlamına gelir. Evrensel küme U, ısı değişkeninin santigrat gibi nicel bir ölçüte göre belirlenmesidir⁸⁴.

3.3.5 Yaklaşık Muhakeme Teorisi

Yaklaşık muhakeme teorisi 1979 yılında, Zadeh tarafından ortaya konmuş ve belirsiz ya da kesin olmayan bir bilginin ışığında muhakeme konusunda başarılı bulunmuştur. Teorinin temeli bulanık kümelerle önerme şeklindeki ifadelerin değişkenlere bir değer atanır gibi atanmasına dayanır. x ve y gibi $(x \in X, y \in Y)$ aralarındaki tesadüfi ilişkinin tamamen bilindiği iki değişken arasında⁸⁵;

$y=f(x)$ yada “y” , “x” in fonksiyonu şeklinde bir fonksiyon varsa değişkenler arası geçiş (arabirim ya da arayüzey), $y=f(x)$ ve $x=x_1 \rightarrow y=f(x_1)$ şeklinde yazılabilir.

Bu kurala göre tüm $x \in X$ elemanları için bir $y=f(x)$ fonksiyonumuz ve $x=x_1$ için y değişkeni $f(x_1)$ değerini alır. $f(x)$ fonksiyonunun bazı belirli x değişkenleri için bildiğimiz değerleri ise;

$$R_1: \text{Eğer } x = x_1 \text{ ise } y = y_1$$

$$R_2: \text{Eğer } x = x_2 \text{ ise } y = y_2$$

...

⁸³ Özkan, s.126

⁸⁴ Özkan, s.127

⁸⁵ Aykan Ener, “Üretim ve İşlemler Yönetiminde Bulanık Mantık Yaklaşımı ve Bir Uygulama”, Yayınlanmamış Tezsiz Yüksek Lisans Projesi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, 2004, s.45

\mathfrak{R}_n : Eğer $x = x_n$ ise $y = y_n$

Olarak gösterilir.

Eğer $x \in X$ gibi bir değişken varsa ve $\mathfrak{R} = \{\mathfrak{R}_1, \dots, \mathfrak{R}_n\}$ kuralıyla bu değişkene karşılık gelen $y \in Y$ değişkenini bulmak istiyorsak interpolasyon yöntemini kullanırız.

x , “yüksek” , y ise “küçük” şeklinde tanımlanan sözel değişkenler ise, yaklaşık yargılamanın temel problemi $\{\mathfrak{R}_1, \dots, \mathfrak{R}_n\}$ kuralına bağlı olarak sonucunu ve A gerçek değerini bulmaktır. ($A=x$)

\mathfrak{R}_1 : Eğer $x = A_1$ ise $y = C_1$

\mathfrak{R}_2 : Eğer $x = A_2$ ise $y = C_2$

...

\mathfrak{R}_n : Eğer $x = A_n$ ise $y = C_n$

Gerçek değer: $x = A$

Sonuç : $y = C$

BÖLÜM 4

BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ

4.1 Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi

Çok kriterli karar verme metotlarından biri olan analitik hiyerarşi prosesi belirsizlik durumunda karar vermeye tam uygun olmadığından, bulanık mantıkla AHP birleştirilerek bulanık AHP ortaya konmuştur. Karar verici genellikle kesin değerler içeren değerlendirme yapmak yerine, aralıkla değerlendirme yapmayı daha güvenilir bulacaktır⁸⁶.

AHP yönteminde 1 ile 9 arasında numaralandırılmış ölçeklerin kullanımı basit olmasına rağmen bir takım tutarsızlıklar bulunmaktadır. Ayrıca, karar vericiler genel olarak aralıklı karar vermeyi sabit değerli karar vermeye göre daha rahat bulmaktadır. Dolayısıyla, bu yöntem, karar vericinin kararları ile belirsizliğin açıklanması ve sayılara dökülmesi konusunda yetersiz kalmaktadır. Bu yüzden, insanî düşünme şeklini yansıtmak amacıyla Bulanık AHP geliştirilmiştir⁸⁷.

Çeşitli araştırmacılar tarafından, bulanık kümeler kuramını ve hiyerarşik yapıyı kullanarak çok ölçütlü ortamda en iyi seçeneği belirlemeye veya seçenekleri sıralamaya yönelik çeşitli yöntemler sunulmuştur. Kıyaslama prosesinin bulanık doğasından dolayı karar vericiler ikili kıyaslamalarını sabit bir değer olarak belirlemektense, bir aralık üzerinde ifade etmeyi veya sözel olarak gerçekleştirmeyi tercih etmektedirler. Bu metotlar, bulanık küme teorisi kavramını ve hiyerarşik yapı analizini kullanarak bir alternatifin seçimini ve ağırlıklandırılmasına yönelik sistematik yaklaşımları içerir⁸⁸.

⁸⁶ Göksu ve Güngör, s.8

⁸⁷ Hakan Çanlı ve Ahmet Kandakoğlu, "Hava Gücü Mukayesesi için Bulanık AHP Modeli", **Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi**, 2007, Vol 3 (1), s.73

⁸⁸ Gülşen Akman ve Atakan Alkan, "Tedarik Zinciri Yönetiminde Bulanık AHP Yöntemi Kullanılarak Tedarikçilerin Performanslarının Ölçülmesi: Otomotiv Yan Sanayinde Bir Uygulama", **İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi**, 2006, Vol 9, s.30

4.2 Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemleri

İlk Bulanık AHP çalışması, üçgen üyelik fonksiyonlarıyla tanımlanmış bulanık oranları karşılaştıran Laarhoven ve Pedrycz ile görülmüştür. Literatürde bulunan birçok farklı çalışmada farklı bulanık analitik hiyerarşi prosesi yöntemleri ortaya konmuştur.

Kullanılan bulanık analitik hiyerarşi prosesi yöntemlerinin ortak yönlerine bakıldığında genellikle üçgen ve yamuk bulanık sayıların kullanıldığı ve problemin amacına uygun kriterlerin seçimi ve alternatiflerin değerlendirilmesinde anket yöntemine başvurulduğu görülmüştür. Bu bölümde bulanık analitik hiyerarşi prosesinde farklı çözüm metotlarına ayrıntılı olarak değinilecektir.

4.2.1 Bulanık Sayıların Sıralanmasına Dayalı Analitik Hiyerarşi Metodu

Birçok bulanık karar verme problemlerinde, alternatiflerin aldıkları son değerler bulanık sayılarla ifade edilmektedir. Bulanık sayılar kullanılarak alternatifler sıralaması oluşturmakla ilgili birçok araştırma yapılmıştır ve ortaya birçok yöntem konulmuştur. Bulanık sayıların sıralanması amacıyla ortaya konulan üç yöntem sezgisel sıralama yöntemi, α kesme ile sıralama metodu ve bulanık ortalama değer ve sapmalarıdır⁸⁹.

Cheng tarafından 1999 yılında yapılan çalışmada sıralama metodunun algoritması aşağıdaki gibi özetlenebilir⁹⁰:

Adım 1. Hiyerarşik yapı kurulur.

1- Problem tanımlanır ve problemin neler istediği ortaya konulur.

2- Ana amaç ve buna bağlı olarak alt amaçlar saptanır. “Başarmak için ne yapmalıyım?” sorusuna cevap aranır.

3- Ana amaca hizmet eden alt amaçları tatmin eden üst ve alt kriterler saptanır.

4- Alternatif ve onlara ait çıktıları saptanır. Örneğin evet veya hayır cevaplı kararlar, alternatifler yapıp yapılmayacağı ortaya konulur.

⁸⁹ Topel, 70

⁹⁰ Ching H. Cheng, “Evaluating Weapon Systems Using Ranking Fuzzy Numbers”, **Fuzzy Sets and Systems**, Vol. 107, 1999, s. 29-30

5- En üst yönetim seviyesinden orta seviyeye, orta seviyeden de problemin kontrol altına alındığı ve çözüldüğü en alt seviyeye kadar hiyerarşik yapı çerçevesi kurulur.

Adım 2. Bulanık karar matrisi kurulur.

Ardıl üst seviyelerde bulunan hedef veya kriterler üzerine her bir elementin diğerine oranla etkisine veya katkısına ilişkin değerleri göstermek için bulanık sayılar kullanılır. Bulanık karar vektörünü oluşturmak için homojen değerlerle sıraya sokulan değerlerin homojen performans değerleri hesaplanır ve sıralanarak matristeki yerine yazılır. Her alternatifin bütün kriterler için oluşturulan karar vektörlerinin bir araya getirilmesiyle bulanık karar matrisi elde edilir.

Adım 3. Bulanık karar matrisi ile ilgili kriterlerin bulunan ağırlık vektörü çarpılır. Ve bulunan bulanık sayılar aşağıdaki gibi bulanık parametre aralıklarıyla (l, m, u) ifade edilir.

Bulanık sayı	Üyelik fonksiyonu
1	1, 1, 3
x	x-2, x, x+2
9	7, 9, 9

$$R = A \otimes W^T = \begin{bmatrix} \tilde{a}_{11} & \tilde{a}_{12} & \dots & \tilde{a}_{1n} \\ \tilde{a}_{21} & \tilde{a}_{22} & \dots & \tilde{a}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \tilde{a}_{m1} & \tilde{a}_{m2} & \dots & \tilde{a}_{mn} \end{bmatrix} \otimes \begin{bmatrix} \tilde{w}_1 \\ \tilde{w}_2 \\ \vdots \\ \tilde{w}_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \tilde{r}_1 \\ \tilde{r}_2 \\ \vdots \\ \tilde{r}_n \end{bmatrix} \quad (4.1)$$

$$\tilde{w}_j = \tilde{1}, \tilde{3}, \tilde{5}, \tilde{7}, \tilde{9} ; \tilde{a}_{ij} = \tilde{1}, \tilde{3}, \tilde{5}, \tilde{7}, \tilde{9} ; i = 1, 2, \dots, m ; j = 1, 2, \dots, n$$

ve üçgen bulanık sayılar $\tilde{1}, \tilde{3}, \tilde{5}, \tilde{7}, \tilde{9}$

Adım 4. Bulanık sayılar sıralanır.

Üçgensel bulanık sayıların üyelik fonksiyonu eğrisi yolu ile birçok bulanık sayı sezgisel olarak sıralanabilir. Eğer alternatiflerin göreceli önemleri eğri yolu ile sezgisel olarak sıralanamıyorsa α – kesme metodu veya bulanık değer ve dağılımlar metoduyla sıralamaya

$i \neq j$ durumu için $r_i > r_j$ ise (r_i, r_j) o zaman r_i en iyi çözümdür denilmektedir.

4.2.2 Dilsel Ağırlıklandırma Yöntemine Dayalı Bulanık AHP

Cheng, Yang ve Hwang silah sistemleri üzerine yaptıkları çalışmalarında kendilerinde önce bulanık aritmetik işlemler kullanılarak yapılan çalışmaların işlem basamaklarının çok olmasından dolayı karar vermenin zorlaştığını ve aynı zamanda hem veri kaybının hem de bulanıklığın artmasını eleştirerek dilsel ağırlıklandırma yöntemi olarak adlandırılan yeni bir yöntem öne sürmüşlerdir.

Dilsel ağırlıklandırma yönteminde birçok uzmanın görüşlerinden yararlanarak performans skorlarını hesaplamada üyelik fonksiyonlarına oluşturmuşlardır ve karar vericinin subjektif yargılarını kullanarak alternatifler arasından tercih yapmışlardır.

Dilsel ağırlıklandırma yönteminin işlem basamakları aşağıdaki gibi verilmiştir⁹¹.

1- Hiyerarşik yapıyı oluşturan diyagram oluşturulur.

2- Alt kriterlerin performans puanları g_i hesaplanır. Kriterlere göre hesaplanan puanların tamamı toplanır.

Puanları tespit etmek için iki ayrı yöntem kullanılabilir:

a) Uzmanların görüşleri alınarak üyelik fonksiyonları belirlenir ve g_i değerlerini hesaplayabilmek için üyelik fonksiyonları kullanılır.

b) Tablo 4.1 yardımıyla değişkenler bulanık sayı ortalama değerleri hesaplanır. Şekil 4.1'de dilsel değişkenlerin üyelik fonksiyonları gösterilmiştir.

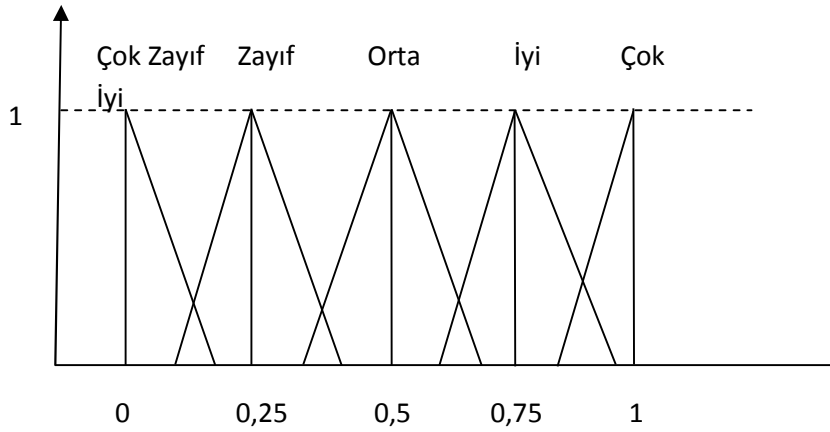
⁹¹ Ching H. Cheng, Kuo L. Hwang ve Chih L. Hwang, "Evaluating Attack Helicopters by AHP based on Linguistic Variable Weight", **European Journal of Operations Research**, Vol. 116 (2), 1999, s. 429-431

Tablo 4.1 Bulanık ifadelerin üyelik fonksiyonu

Bulanık Dilsel Fonksiyon	Üyelik
Çok iyi	1
İyi	0,75
Orta	0,5
Zayıf	0,25
Çok zayıf	0

Kaynak: Cheng, Yang ve Hwang, s. 430

Şekil 4.1 Dilsel Değişkenlerin Üyelik Fonksiyonları



Kaynak: Cheng, Yang ve Hwang, s. 430

3- Her kriter için bütün toplam puanlar normalize edilir. Bu işlem aşağıda ifade edildiği gibi yapılır:

$$\begin{matrix} S_1 \\ \vdots \\ S_i \\ \vdots \\ S_m \end{matrix} \begin{bmatrix} X_1 & \dots & X_j & \dots & X_n \\ X_{11}/t_1 & \dots & X_{1j}/t_j & \dots & X_{1n}/t_n \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{i1}/t_1 & \dots & X_{ij}/t_j & \dots & X_{in}/t_n \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{m1}/t_1 & \dots & X_{mj}/t_j & \dots & X_{mn}/t_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu_1(X_1) & \dots & \mu_1(X_j) & \dots & \mu_1(X_n) \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \mu_i(X_1) & \dots & \mu_i(X_j) & \dots & \mu_i(X_n) \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \mu_m(X_1) & \dots & \mu_m(X_j) & \dots & \mu_m(X_n) \end{bmatrix}$$

$$t_n = \sum_{i=1}^m X_{ij} \quad (4.2)$$

S_i olası alternatifleri; X_j , x_{ij} alternatif performans ölçümleri olarak ele alındığında, nitelikleri simgeleri ve $\mu_i(X_j) \in [0,1]$.

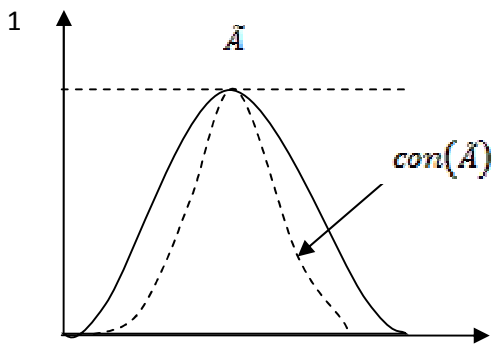
4- Merkezileşmenin veya genişlemenin gücü hesaplanır. Karar verici kriterin önem derecesini belirledikten sonra ve merkezileşmenin veya genişlemenin gücü denklem 3.3 yardımıyla hesaplanır. Burada önemli olan kriterlerin karara olan katkısı arttırılırken daha az öneme sahip olan kriterin katkısının azaltılmasıdır.

$$\begin{matrix}
 & X_1 & \dots & X_j & \dots & X_n \\
 \begin{matrix} S_1 \\ \vdots \\ S_i \\ \vdots \\ S_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} \mu_{11}^{(w_2)} & \dots & \mu_{1j}^{(w_j)} & \dots & \mu_{1n}^{(w_n)} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \mu_{i1}^{(w_2)} & \dots & \mu_{ij}^{(w_j)} & \dots & \mu_{in}^{(w_n)} \\ \vdots & \ddots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \mu_{m1}^{(w_2)} & \dots & \mu_{mj}^{(w_j)} & \dots & \mu_{mn}^{(w_n)} \end{bmatrix}
 \end{matrix} \quad (4.3)$$

Dilsel sınır veya düzenleyicisi, terimlerin alanlarını düzenlemektedir. Şekil 4.2 ve şekil 4.3’de, bulanık \tilde{A} kümesi için dilsel sınır için kullanılan modeller gösterilmiştir.

$$\text{Merkezileşme} : \mu_{con(\tilde{A})}(u) = (\mu_{\tilde{A}}(u))^n, n > 1 \quad (4.4)$$

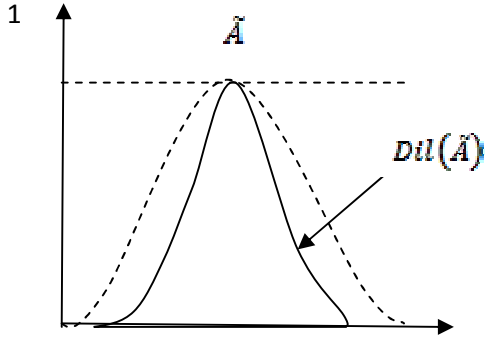
Şekil 4.2 Merkezileşme



Kaynak: Cheng, Yang ve Hwang, s. 426

$$\text{Genişleme} : \mu_{div(\tilde{A})}(u) = (\mu_{\tilde{A}}(u))^{1/n}, n > 1 \quad (4.4)$$

Şekil 4.3 Genişleme



Kaynak: Cheng, Yang ve Hwang, s. 426

5- Denklem 4.5 kullanılarak tüm kriterlerin içinde minimum üyelik fonksiyonuna sahip değer maksimize eden en iyi alternatif $\tilde{\mu}_D(x_i)$ seçilir.

$$\tilde{\mu}_D(x_i) = \max_i \left(\min_j (\mu_{ij}^{(M)}) \right) \quad (4.5)$$

4.2.3 Entropi Ağırlığı Temeline Dayalı Bulanık AHP Yöntemi

Sadece olasılık ölçümlerinde kullanılan Sahnannon entropisi H, formül (4.6) ile kullanılmaktadır.

$$H(x) = - \sum_{j=1}^m m(\{x\}) \log_2 m(\{x\}) \quad (4.6)$$

Klasik bilgi teorisinin temelini oluşturan bu fonksiyon, aralığı $[0, \log_2|x|]$ olan rasgele deneylerin çıktıları beklentisine ilişkin ortalama belirsizliği ölçer. Her $x \in X$ için $m(\{x\})=1$ iken $H(m)=0$ olacaktır ve m, uniform olasılık dağılıma uyduğunda $H(m) = \log_2|x|$ olacaktır⁹².

Cheng 1996 yılında yaptıkları çalışmada, değerlendirilmenin yapılabilmesi için hiyerarşik yapı oluşturulduktan sonra yöntemin adımlarını aşağıdaki gibi sıralamıştır⁹³

⁹² Ching H. Cheng, "Evaluating Naval Tactical Missile Systems By Fuzzy Ahp Based On The Grade Value Of Membership Function", **European Journal of Operational Research**, Vol 96, 1996, s. 345

⁹³ Cheng, 1996, s. 344

3. Karar verme kriterleri için üyelik fonksiyonları oluşturulur. Genellikle uzman görüşlerinden ve deneyimlerinden yararlanılır skorla belirlenir. Tüm alt kriterler için karar kriterlerinin üyelik fonksiyonları oluşturulur.
4. Bulanık üyelik fonksiyonlarının ve sistem verilerinin yardımıyla performans değerleri g_i hesaplanır.
5. Toplam ağırlıkları hesaplamak için bulanık AHP yöntemi ve entropi ağırlığı yöntemi kullanılır.

Entropi ağırlığı temeline dayanan bulanık AHP yöntemi aşağıdaki adımlarla özetlenebilir⁹⁴.

- i. Performans skorlarını karşılaştırmak için, simetrik üçgen bulanık sayılar $\tilde{1}, \tilde{3}, \tilde{5}, \tilde{7}, \tilde{9}$ kullanılarak hiyerarşideki göreceli ağırlıkları hesaplanır.
- ii. Toplam bulanık karar matrisi \tilde{A} kurak için, bulanık ağırlık vektörü \tilde{W} , bulanık karar matrisi \tilde{X} 'in ilgili sütunu ile çarpılır.

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} \tilde{W}_1 \otimes \tilde{x}_{11} & \tilde{W}_2 \otimes \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{W}_n \otimes \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{W}_1 \otimes \tilde{x}_{21} & \tilde{W}_2 \otimes \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{W}_n \otimes \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{W}_1 \otimes \tilde{x}_{n1} & \tilde{W}_2 \otimes \tilde{x}_{n2} & \dots & \tilde{W}_n \otimes \tilde{x}_{nn} \end{bmatrix} \quad (4.7)$$

- iii. Aralık aritmetik ve α kesme kullanılarak bulanık çarpma ve toplamalar yapılır. Eşitlik (3.8)'deki matris hesaplanır.

$$\tilde{A}_\alpha = \begin{bmatrix} [a_{11l}^\alpha, a_{11u}^\alpha] & \dots & [a_{1nl}^\alpha, a_{1nu}^\alpha] \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ [a_{n1l}^\alpha, a_{n1u}^\alpha] & \dots & [a_{nnl}^\alpha, a_{nnu}^\alpha] \end{bmatrix} \quad (4.8)$$

$$a_{ijl}^\alpha = w_{il}^\alpha x_{ijl}^\alpha, a_{iju}^\alpha = w_{iu}^\alpha x_{iju}^\alpha, \quad 0 < \alpha < 1$$

⁹⁴ Önal, s.71

- iv. Toplam bulanık karar matrisi \tilde{A} 'nın tatmin derecesini hesaplamak için ∞ sabit iken, karar vericinin iyimserlik derecesi sayesinde λ iyimserlik indeksi belirlenebilir. Yüksek λ değeri yüksek iyimserlik derecesi demektir. \tilde{A} karar matrisi hesaplanır.

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} \tilde{a}_{11}^{\lambda} & \tilde{a}_{12}^{\lambda} & \dots & \tilde{a}_{1n}^{\lambda} \\ \tilde{a}_{21}^{\lambda} & \tilde{a}_{22}^{\lambda} & \dots & \tilde{a}_{2n}^{\lambda} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{a}_{n1}^{\lambda} & \tilde{a}_{n2}^{\lambda} & \dots & \tilde{a}_{nn}^{\lambda} \end{bmatrix} \quad (4.9)$$

- v. Entropi öncelikle eşitlik (4.10)'da bulunan görel frekanslar yardımıyla hesaplanır ve eşitlik (4.11) yardımıyla sonuçlar normalize edilerek yüzde cinsinden ana amaca en fazla katkıda bulunan alternatif, yani entropi ağırlığı en fazla olan alternatif seçilir.

$$s_k = \sum_{j=1}^n a_{kj} \text{ iken } \begin{bmatrix} a_{11}/s_1 & a_{12}/s_1 & \dots & a_{1n}/s_1 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1}/s_n & a_{n2}/s_2 & \dots & a_{nn}/s_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_{11} & f_{12} & \dots & f_{1n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{n1} & f_{n2} & \dots & f_{nn} \end{bmatrix} \quad (4.10)$$

$$\begin{aligned} H_1 &= - \sum_{j=1}^n (f_{1j}) \log_2 (f_{1j}) \\ H_2 &= - \sum_{j=1}^n (f_{2j}) \log_2 (f_{2j}) \\ &\vdots \\ H_n &= - \sum_{j=1}^n (f_{nj}) \log_2 (f_{nj}) \end{aligned} \quad (4.11)$$

Shannon entropisine dayalı bulanık AHP'de işlemler sonucunda oluşturulan kesin karar matrisinin Shannon entropisine göre sütunları normalize edildikten sonra bulunan sayıların iki tabanlı logaritmaları ile kendilerinin çarpılması yöntemin sonuçlarının doğruluğuna şüphe katmaktadır. Ayrıca alternatiflerin sayısal olarak ölçülebilen özelliklerine üyelik fonksiyonu atamanın karar vericinin yargılarına bağlı olması, sonuç olarak yine bir subjektiflik göstergesidir. Aynı problem için bu yöntemin sonuçları diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında

çok farklı çıkmaktadır. Aslında entropi ağırlığı belirsizliklerin ölçülmesinde kullanıldığından sayıların performans değerlerinin ölçümünde kullanılması tam olarak uygun değildir⁹⁵.

4.2.4. Genişletilmiş Bulanık AHP Yöntemi

Literatüre bakıldığında bulanık AHP yöntemleri kullanılan çalışmalarda en çok Chang tarafından 1992 yılında ilk çalışmaya başladığı ve 1999 yılında geliştirdiği genişletilmiş bulanık AHP yöntemidir.

Yöntemin tercih edilmesinin nedeni α değerlerinin kullanılmasına gerek olmaması ve bunun çok değişkenli karar vermeyi kolaylaştırdığı söylenebilir. Yöntemde problemin çözümünde uzman kişi tarafından alternatiflerin değerlendirilmesi için ikili karşılaştırmalar yapılırken değerler dilsel değişkenler ve üçgen bulanık sayılarla temsil edilir.

Alternatiflere ait fayda değerleri, her biri konveks olan bulanık sayıların kesişiminden ortaya çıkan olabilirlik dereceleri ile bulunur. Bulanık sayıların kullanılması ile tahminden kaynaklanan dezavantajlar giderilmeye çalışılmıştır. Alternatiflerin fayda değerleri kullanılır ve bu değerler normalize edilerek ağırlık vektörleri bulunur⁹⁶.

$X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ nesnel kümesi ve $U = (u_1, u_2, \dots, u_m)$ bir hedef kümesi olsun^g. Chang'ın genişletilmiş analiz yöntemine göre, her bir nesne ele alınarak her hedef için σ_i değerleri oluşturur. Böylece, her bir nesne için m genişletilmiş analiz değerleri;

$$M_{\sigma_i}^1, M_{\sigma_i}^2, \dots, M_{\sigma_i}^m, \quad i = 1, 2, \dots, n$$

şeklinde elde edilebilir. Burada verilen tüm $M_{\sigma_i}^j$ ($j=1,2,\dots,m$) değerleri üçgensel bulanık sayıdır. Chang'ın genişletilmiş analiz yönteminin adımları aşağıda adımlar gösterilmiştir.

⁹⁵ Topel, s.86

⁹⁶ Topel, s.89

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

$$S_i = \sum_{j=1}^{m_1} M_{g_i}^j \otimes \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_1} M_{g_i}^j \right]^{-1} \quad (4.12)$$

$\sum_{j=1}^{m_1} M_{g_i}^j$ ifadesini elde etmek için, m değerleri üzerinde bulanık sayılarda toplama işlemini belirli bir matris için şu şekilde gerçekleştiririz:

$$\sum_{j=1}^{m_1} M_{g_i}^j = \left(\sum_{j=1}^{m_1} l_j, \sum_{j=1}^{m_1} m_j, \sum_{j=1}^{m_1} u_j \right) \quad (4.13)$$

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_1} M_{g_i}^j \right]^{-1} \quad (4.14)$$

ifadelerini elde etmek için, $M_{g_i}^j$ (j=1,2,...,m) değerleri üzerinde bulanık toplama işlemi yapılır.

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_1} M_{g_i}^j = \left(\sum_{i=1}^n l_j, \sum_{i=1}^n m_j, \sum_{i=1}^n u_j \right) \quad (4.15)$$

Bu adımın en son aşaması olarak (4.15) denklemdeki vektörün tersi hesaplanır.

$$\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_1} M_{g_i}^j \right]^{-1} = \left[\frac{1}{\sum_{i=1}^n u_j}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n m_j}, \frac{1}{\sum_{i=1}^n l_j} \right] \quad (4.16)$$

3.Adım: $M_1 = (l_1, m_1, u_1) \leq M_2 = (l_2, m_2, u_2)$ ifadesinin olasılık derecesi aşağıdaki şekilde tanımlanır.

(x,y) çifti, $x \geq y$ ve $\mu_{M_1}(x) = \mu_{M_2}(y) = 1$ koşullarına uyduğunda $V(M_1 \geq M_2) = 1$ koşulu sağlanır. M_1 ve M_2 konveks bulanık sayılar olduğundan

$$V(M_2 \geq M_1) = \sup_{y \geq x} [\min(\mu_{M_1}(x), \mu_{M_2}(y))] \quad (4.17)$$

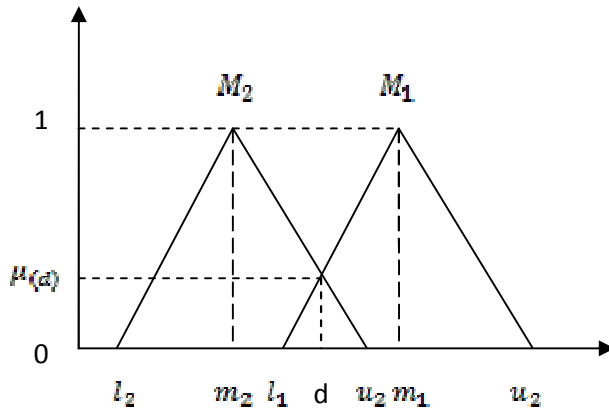
Eğer $n_{11} \geq n_{21}$ ise $V(M_1 \geq M_2) = 1$ ve D, μ_{M_1} ve μ_{M_2} arasında bir değer iken, d kesişim noktalarının en yüksek ordinatlarını verir. $M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ ve $M_2 = (l_2, m_2, u_2)$ iken D noktası şöyle hesaplanır.

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

$$V(M_2 \geq M_1) = \text{hgt}(M_1 \cap M_2)$$

$$= \mu_{M_2}(d) = \begin{cases} 1 & m_2 \geq m_1 \\ 0 & l_1 \geq l_2 \\ \frac{l_1 - u_2}{(m_2 - u_2) - (m_1 - l_1)} & \text{diğer} \end{cases} \quad (4.18)$$

Şekil 4.4. M_1 ve M_2 Kesişimi



Kaynak: Zu, Ying ve Chang, 452

İfadesi elde edilir. Şekilde görüldüğü gibi $V = (M_2 \geq M_1)$ ifadesi $M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ ve $M_2 = (l_2, m_2, u_2)$ üçgensel bulanık sayılarının kesişim noktasının ordinatıdır. Diğer bir ifadeyle 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.

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

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = V[(M \geq M_1), (M \geq M_2), \dots, (M \geq M_k)] \\ = \min V(M \geq M_t) \quad t = 1, 2, \dots, k \quad (4.19)$$

$k = 1, 2, \dots, n; k \neq t$ için

$$d'(A_1) = \min V(S_i \geq S_k) \quad (4.20)$$

olarak alınırsa ağırlık vektörü aşağıdaki şekilde elde edilmiş olur:

$$W' = (d'(A_1), d'(A_2), \dots, d'(A_n))^T \quad (4.21)$$

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

4. Adım: Yukarıda verilen ağırlık vektörü normalize edildiğinde:

$$W = (d(A_1), d(A_2), \dots, d(A_n))^T \quad (4.22)$$

Vektörü bulunur. Artık bu W ağırlık vektörü bulanık bir sayı değildir.

4.3 Bulanık AHP Uygulamaları

Bulanık AHP ile ilgili yapılan ilk çalışma Van Laarhoven ve Pedrycz⁹⁷ tarafından yapılmıştır. Çalışmalarında karar vericinin sözel ifadelerini ikili karşılaştırma matrislerinde belirgin sayılarla değil üçgen bulanık sayılarla ifade edilir. Hesaplama adımları klasik AHP ile aynı metodolojiye sahiptir. İki seviyede kurulan modelde öncelikle karar kriterleri bulanıklaştırılarak ağırlıklandırılır, ağırlıklandırma yapıldıktan sonra ikili karşılaştırmalarla alternatifler bulanık değerleri bulunarak önem sıralaması yapılır. Karşılaştırma matrislerinden performans ağırlıklarına ve ölçüt ağırlıklarına geçiş klasik AHP yönteminde özvektör yöntemiyle gerçekleştirilirken, bu yaklaşımda Lootsma'nın logaritmik en küçük kareler yöntemiyle gerçekleştirilmektedir.

Laarhoven ve Pedrycz yaklaşımının en önemli sorunu $z=(1,m,u)$ olarak elde edilen değerlerin her zaman üçgen bulanık sayı vermemesidir. Sonuca ulaşabilmek için fazla sayıda denklem

⁹⁷ Peter J.M. Van Laarhoven, Witold Pedrycz, "A Fuzzy Extension of Saaty's Priority Theory", **Fuzzy Sets and Systems**, Vol 11, 1983, s.229-241

çözmek ve dönüşüm yapmak gerekmektedir⁹⁸. Bu sorunları ortadan kaldırmak için Buckley (1985) sunduğu yaklaşımında ortadan kaldırabilmek için bulanık ağırlıkları ve performans puanlarını türetirken geometrik ortalama yöntemini kullanmıştır. Karşılaştırma matrislerinden performans puanları ve ölçüt ağırlıklarına geçiş ise geometrik ortalama yöntemiyle gerçekleştirilmiştir⁹⁹.

Literatürde çeşitli yazarlar tarafından önerilen birçok bulanık AHP yöntemi bulunmaktadır. Bu metotlar bulanık küme teorisini ve hiyerarşik yapı analizini kullanarak bir alternatifin seçimi ve ağırlıklandırmaya yönelik sistematik yaklaşımlardır¹⁰⁰.

Mon, Cheng ve Lin tarafından silah sistemlerinin performans değerlendirmesinde Entropi Ağırlığına dayalı Bulanık AHP metodunu geliştirilmiştir. Çalışmalarında hiyerarşiyi oluşturmak için simetrik üçgen bulanık sayılarını, performans kriterlerini karşılaştırmak için bulanık karar matrisi kurulmuştur. Aralık aritmetiği, α kesme yöntemi ve sezgisel sıralama metodu kullanılarak alternatiflerin entropi ağırlıkları hesaplanmıştır¹⁰¹.

Cheng, deniz taktik füze sistemleri hakkında yaptığı çalışmasında, üyelik fonksiyonlarının sınıf değerlerini (grade value) temel alarak bulanık AHP yöntemini kullanarak değerlendirmesi için bir algoritma önermiştir. Bu yöntemde birçok uzmanın görüşüne yer verilmiş ve bu doğrultuda tüm alt kriterlerin performans değerleri için bulanık üyelik fonksiyonları oluşturulmuştur. Sınıf değerleri performans skorları olarak adlandırılır. Bulanık AHP yöntemi ve entropi ağırlıklandırma modelinin konsepti temel alınarak kriterlerin toplam ağırlıkları hesaplanır¹⁰².

Cheng, Yang ve Hwang tarafından yapılan çalışmada dilsel değişken ağırlıklarına dayalı AHP yöntemini kullanarak, silah sistemlerinin değerlendirilmesi için yeni bir metot önermişlerdir.

⁹⁸ Özkan Kabak, "Türkiye'nin Sürdürülebilir Kalkınmadaki Yeri: Bir Bulanık Çok Ölçütlü Karar Verme Yaklaşımı", Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2003, s.151

⁹⁹ Topel, s. 62

¹⁰⁰ Cengiz Kahraman, Da Ruan ve İbrahim Doğan, "Fuzzy Group Decision Making for Facility Location Selection", **International Science**, Vol 157, 2003, ss. 135-153

¹⁰¹ D.L. Mon, C.H. Cheng ve J.C. Lin, "Evaluating Weapon System Using Fuzzy Analytical Hierarchy Process Based on Entropy Weight", **Fuzzy Sets and Systems**, Vol 62, 1994, ss.127-134

¹⁰² Ching H. Cheng, "Evaluating Naval Tactical Missile Systems By Fuzzy Ahp Based On The Grade Value Of Membership Function", **European Journal of Operational Research**, Vol 96, 1996, ss. 343-350

Çalışmaların 1996 yılında Chen'in yaptığı çalışma¹⁰³ temel alınmış ve geliştirilmiştir. Chen çalışmasında çok fazla bulanık aritmetik operatörü kullanması veri kaybı, verilerin fazla bulanıklaşması sorunlarının yanında kararın doğruluğunda belirsizlik ve yöntemin zorluğu sorunlarıyla karşılaşmıştır. Karar vermenin hesaplanmasında kullanılan sözel aralığın genişletilmesi veya merkezileştirilmesi kararının verilmesi için ilişkili değişkenlerin ağırlıklarının önemi belirlenir¹⁰⁴.

Chang 1996 yılında, bulanık AHP'nin ikili karşılaştırma skalası için üçgensel bulanık sayıların kullanılması ve ikili karşılaştırmaların sentetik derece değerleri için derece analiz yönteminin kullanılması içeren derece analiz metodunu ortaya koymuştur. Zhu, Jing ve Chang, 1998 yılında yaptıkları çalışmada derece analiz metotlarını ve bulanık AHP uygulamalarını tartışmışlardır¹⁰⁵.

Kahraman, Cebeci ve Ulukan, bulanık AHP yaklaşımıyla beyaz eşya sektöründe tedarikçi seçimi konulu bir çalışma yapmışlardır. Ana kriterler tedarikçi, ürün ve performans kriterleri olarak belirlenmiştir. Ana ve alt kriterler belirlendikten sonra hiyerarşi yapısı oluşturulmuştur ve hazırlanan anket yardımıyla tüm kriterlere ait performans derecelendirmesi yapılmıştır. Ankette kullanılan sözel değişkenler ve karşılaştırma matrisleri, üçgen bulanık sayılara dönüştürülmüştür. Derece analizi kullanılarak en iyi tedarikçi seçimi hedefiyle tüm kriter ve alternatiflerin öncelikleri hesaplanmıştır¹⁰⁶.

Shamsuzzama çalışmalarında esnek imalat sistemleri alternatiflerinin sıralanarak bunlardan en uygun olanının seçilmesi için bulanık AHP yöntemini kullanmışlardır. Bulanık kümeler 14 tane seçim kriterlerinin dilsel değişkenler şeklinde belirtilmesinde kullanılmıştır. AHP yöntemi, kriterlerin göreceli ağırlıklarını belirlemede kullanılmıştır¹⁰⁷.

¹⁰³ S.M. Chen, "Evaluating Weapon Systems Using Fuzzy Arithmetic Operations", **Fuzzy Sets and Systems**, Vol 77, ss. 256-276

¹⁰⁴ Ching-Hsue Cheng, Kuo-Lung Yang ve Chia-Lung Hwang "Evaluating Attack Helicopters By Ahp Based On Linguistic Variable Weight", **European Journal of Operational Research**, Vol 116, 1999, ss.424-435

¹⁰⁵ Ke-Jun Zhu, Yu Jing ve Da-Yong Chang "A discussion On Extent Analysis Method and Applications of Fuzzy", **European Journal of Operational Research**, Vol 116, 1999, ss.450-456

¹⁰⁶ Cengiz Kahraman, Ufuk Cebeci ve Ziya Ulukan, "Multi-criteria Supplier Selection Using Fuzzy AHP", **Logistics Information Management** Vol 16(6), 2003, ss. 382-394

¹⁰⁷ M. Shamsuzzaman, A.M.M. Sharif Ullah ve Erik L.J. Bohez, "Applying Linguistic Criteria in FMS Selection: Fuzzy Set AHP Approach", **Integrated Manufacturing Systems**, Vol 14(3), 2003, ss. 247-254

Kahraman, Cebeci ve Ruan, müşteri memnuniyetini en yüksek derecede sağlayan yemek firması seçimi için bulanık analitik hiyerarşi prosesini kullanmışlardır. Hiyerarşiyi oluşturacak kriterleri belirlemek üzere hem firma müşterilerine hem de Türkiye Gıda Mühendisleri Odası'ndan 5 uzmana danışılmıştır. Ankette formundaki sözel değişkenler ve ikili karşılaştırma matrisleri üçgen bulanık sayılara dönüştürülmüştür. Tüm kriter ve alternatiflerin öncelik ağırlıkları hesaplanması için derece analizi kullanılmıştır¹⁰⁸.

Enea ve Piazza, birçok olası proje alternatifleri arasında bir tanesinin seçimi için AHP yönteminin bulanık uzantısını kullanmışlardır. Çalışma tüm elverişli bilgilerin hesaba katılması için bulanık AHP'de düşünülmesi gereken kısıtlar üzerinde durulmaktadır. Yöntemde iki yeni algoritma önerilmektedir¹⁰⁹.

Feng, Chen ve Jiang, dış kaynak kullanımı, tedarikçi seçimi ve optimal kombinasyon için tedarik zinciri yönetimi karakteristikleri ve bulanık karar verme teorisini baz alan bir metod üzerinde çalışmışlardır. Yararsız bilgiler ayrıştırıldıktan sonra, alıcı seçimi için hiyerarşik bulanık model kurulmuştur. Alternatif alımların farklı kombinasyonlarının karşılaştırılmasıyla, dış kaynak kullanımına ilişkin hangi kaynağın kullanılacağı kararına varılır¹¹⁰.

Chan ve Kumar, bulanık derece analiz yöntemiyle bulanık AHP yaklaşımını üçgen bulanık sayılarla tedarikçi seçimi üzerine çalışmışlardır¹¹¹. Ana kriterler olarak ürünün fiyatı, ürünün kalitesi, tedarikçinin servis performansı, tedarikçi profili ve risk faktörü olarak belirlenmiştir ve alt kriterler belirlenerek hiyerarşi kurulur. Kwong ve Bai tarafından çalışılan tutarlılık ve indeks oranı kullanılarak ikili karşılaştırma matrislerinin tutarlılığı doğrulanmıştır. Derece

¹⁰⁸ Cengiz Kahraman, Ufuk Cebeci ve Da Ruan, "Multi Attribute Comparison of Catering Service Companies Using Fuzzy AHP: The Case of Turkey", **Int. J. Production Economics**, Vol 87,2004, ss. 171-184

¹⁰⁹ M. Enea ve T. Piazza, "Project selection By Constrained Fuzzy AHP", **Fuzzy Optimization and Decision Making**, Vol 3, 2004, ss. 39-62

¹¹⁰ D. Feng, L. Chen ve M. Jiang, "Vendor Selection in Supply Chain Systems: An Approach Using Fuzzy Decision and AHP", **Proceedings of ICSSM'05 International Conference on Services Systems and Services Management**, Changqing, China, June 13-15, Vol 1, 2005, ss. 721-725

¹¹¹ Felix T.S. Chan ve Niraj Kumar, "Global Supplier Development Considering Risk Factors Using Fuzzy Extended AHP- Based Approach", **Omega** Vol. 35, 2007, ss. 417-431

analiziyle metodolojisiyle yapılan hesaplamaların ardından en yüksek skoru alan tedarikçi seçilir¹¹².

Güngör, Serhadlıoğlu ve Kesen, bulanık analitik hiyerarşi prosesi yöntemiyle personel seçimi üzerinde çalışmışlardır. En yeterli personel seçimin yapılması için hem kalitatif hem de kantitatif kriterler üzerinde durulmuştur. Yager'in ağırlıklandırılmış hedef metoduyla karşılaştırma yaparak sonuca ulaşmışlardır ve bulanık karar destek sistemiyle karar verme süreci kolaylaştırılmış ve hızlandırılmıştır¹¹³.

Hidrojen teknoloji sektöründe ulusal rekabet avantajı kazanması konulu çalışma yapılmıştır¹¹⁴.

¹¹² C.K. Kwong ve H. Bai, "Determining The Importance Weights for The Customer Requirements in QFD Using A Fuzzy AHP With An Extene Analysis Approach", **IEE Transactions**, Vol 35(7), ss. 619-626

¹¹³ Zülal Güngör, Gürkan Serhadlıoğlu ve Saadettin Erkan Kesen, "A Fuzzy AHP Approach to Personnel Selection Problem", **Applied Soft Computing**, Vol9,2009, ss. 641-646

¹¹⁴ Seong Kon Lee, Gento Mogi, Jong Wook Kim ve Bong Jin Gim, "A Fuzzy Analytic Hierarchy Process Approach For Assessing National Competitiveness In The Hydrogen Technology Sector", **International Journal of Hydrogen Energy**, Vol 3, 2008, ss. 6840-6848

BÖLÜM 5

TEDARİKÇİ SEÇİMİNDE BULANIK AHP UYGULAMASI

5.1 Üretim Sektöründe Tedarikçi Seçimi

Günümüzde firmalar tedarikçileri ile uzun dönemli ilişki kurmayı tercih etmektedirler. Yapılan çalışmalar tedarikçi seçiminin organizasyonun performansı üzerinde doğrudan etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Organizasyonların tedarikçilerine olan bağımlılıkları arttıkça karar verme sürecinin değerlendirilmesi daha kritik olmaktadır¹¹⁵.

Tedarikçi seçim probleminin hedefi, firmanın ihtiyaçlarına en uygun fiyatla karşılık verecek tedarikçinin seçilmesidir. Seçim aşamasının şekillenmesinde derecelendirmenin doğru yapılması için değerlendirme sürecinde kullanılan kriterlerin ve uygulanacak yöntemin doğru saptanması gerekmektedir.

Bu çalışmada üretim sektöründe gıda alanında faaliyet gösteren konserve firmasında uygulama yapılmıştır. Firmanın beklentilerine en uygun tedarikçinin seçilmesi amaçlanmıştır. Firma yetkilileri tarafından belirlenen üç farklı alternatif tedarikçi arasından seçim yapılmak istenmiştir. Problem kriterlerinin belirlenmesi, kriterlerin ve alternatiflerin derecelendirmesinde firma yetkilileri yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

Tedarikçi problemi Chang'ın Genişletilmiş Bulanık AHP metodu ile çözülmüştür. Bu yöntemin tercih edilmesinin nedeni α kesim seviyelerine ihtiyaç duyulmaması, sentetik derece değerlerini kullanmasının yanında basit seviye sıralaması ve karma toplam sıralaması ile öne çıkarmasıdır. Yöntemin en avantajlı yanı hesap gereksiniminin az olması ve klasik AHP'nin adımlarını izleyerek ilave işlem gerektirmemesidir¹¹⁶.

¹¹⁵ Felix T.S. Chan ve Niraj Kumar, "Global Supplier Development Considering Risk Factors Using Fuzzy Extended AHP- Based Approach", **Omega** Vol. 35, 2007, s. 417

¹¹⁶ Göksu, s. 42

5.2 Üretim Sektöründe Tedarikçi Seçim Sürecinde Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Uygulaması

Tedarikçilerin değerlendirilmesi için ana kriterler ve alt kriterler belirlenmiştir. Belirlenen kriterler ve tedarikçi alternatifleri ikili karşılaştırma soruları yardımıyla firmanın satın alma yöneticileri tarafından Ek 1 ve Ek 2’ de yer alan anketler yardımıyla değerlendirilmiştir.

Karar hiyerarşisinin kurulmasının ardından tüm kriterlerin ve tedarikçi alternatiflerinin önemleri ikili karşılaştırma matrislerinin tutarlılığının ölçülmesini kolaylaştırması ayrıca karşılaştırma yapabilmek amacıyla öncelikle klasik AHP yöntemiyle çözülmüştür.

Uygulamanın sonraki bölümlerinde tedarikçi seçiminde Chang tarafından önerilen genişletilmiş bulanık AHP yöntemi kullanılmıştır. Bulanık AHP’nin uygulandığı birçok problemde Chang (1996) tarafından önerilen genişletilmiş bulanık AHP yöntemi kullanılmıştır.

5.2.1 Hiyerarşik Yapının Kurulması için Kriter ve Alt Kriterlerin Tanımlanması

Hiyerarşik yapının doğru oluşturulmasında, firma yöneticilerinin tedarikçileri değerlendirme sürecini etkileyen, beklentilerini belirleyen tüm faktörlerin göz önünde bulundurulmalıdır. Ana hedefin “en iyi tedarikçi seçimi” olduğu bu çalışmada, kriterlerin belirlenmesi, literatür çalışması ve firma yöneticilerinin yardımıyla biçimlenmiştir.

Ana hedefin belirlenmesinin ardından, üç ana ölçüt tedarikçinin performansı, ürün performansı ve hizmet performansı olarak belirlenmiştir. Ana kriterler, firmanın tüm değerlendirme sürecinde alt kriterleri kapsayan ölçütler olarak belirlenmiştir. Ana kriterlere bağlı on üç alt kriter saptanmıştır.

5.2.1.1 Tedarikçi Performansı Kriteri

Tedarikçinin performansı, alınan üründen bağımsız olarak tedarikçinin iş gücünü tanımlar. Bu kriter firmanın, tedarikçinin yönetim ve iş süreçlerinden beklentilerini belirler ve firma ölçütlerinin uyumunu ölçümler.

a) Finansal Durum: Tedarikçinin finansal durumunun sağlam olması organizasyonlar arasında uzun süreli ilişkiler kurulmasında önemlidir. Firmanın finansal durumu geçmiş yıl değerlendirmelerinden veya tedarikçinin yıllık finansal raporlarından analiz edilebilir.

- b) Yönetimsel Yaklaşım: Tedarikçi olarak düşünülen firma yöneticilerinin iletişim yetenekleri, işbirlikçi tutumu, güvenilirlik gibi özellikleridir. Firmalar arasında kurulan iş birliğinin gücünü belirler.
- c) Kalite Sistem ve Süreçleri: Tedarikçinin uyguladığı kalite sistem ve süreçleri, firmadan temin edilen ürünün kalitesi ve güvencesi olabileceğinden seçim sürecinde değerlendirilen faktörlerdendir. Tedarikçi firmada kullanılan kalite sistemlerindeki uyum, firmanın sonraki süreçlerinin etkinliğine de yardımcı olacağından önemlidir.
- d) Teknik ve Ürün Nitelikleri: Tedarikçi olarak değerlendirilen firmanın teknik bir problemi çözme yeteneği, ürün çeşitliliği, AR-GE altyapısı, kapasitesi ve teknik işgücü gibi özellikleridir.
- e) Tedarikçi Firmanın Esnekliği: Bu kriter, tedarikçi firmanın sipariş miktarındaki değişimlere ve sektörel yeniliklere cevap verme yeteneğidir.
- f) Tedarikçi Firmanın Geçmiş Dönemlerdeki Performansı: Tedarikçinin önceki dönemlerdeki iş performansı, firmanın iş performansı, tepki süresi ve operasyonlarının performansı olarak nitelendirilebilir.

5.2.1.2 Ürün Performansı Kriteri

Tedarikçiden satın alınacak ürünün performansı, ürünün ve satın alma sürecinde ürün hakkında oluşan beklentilerin ölçütlerini yansıtır. Ürün performansını etkilediği düşünülen alt kriterler aşağıdaki gibi saptanmıştır.

- a) Ürün Fiyatı: Benzer sorunların çözümünde en çok karşılaşılan kriter ürünün fiyatıdır. Satın alma yöneticileri maliyeti düşürmek ve karlılığı arttırmak için üstünde durdukları en öncelikli kriterlerden biri satın alınan ürün fiyatıdır.
- b) Sipariş Maliyeti: Sipariş maliyeti satın alınan ürünün fiyatından ayrı olarak karşılaşılan depolama, taşıma /nakliye gibi maliyet kalemlerinden oluşur.
- c) Ürün Kalitesi: Satın alınan ürünün kalitesi, üretiminde bulunulan ürünün kalitesini doğrudan etkileyeceği durumunun yanı sıra hatalı ürün alımının veya üretiminin maliyeti arttıracığından ürün kalitesi önemli bir kriter olarak görülmüştür.

d) Ödeme Kolaylığı: Tedarikçi firmanın satın alma sürecinde sunduğu, tercih edilmesini sağlayabilecek ödeme kolaylıklarıdır.

5.2.1.3 Hizmet Performansı Kriteri

Hizmet performansı tedarikçi firmanın satış sonrasında sağladığı hizmetlerin etkinliğini ölçümler. Hizmet performansı kriteri, firma yöneticileri tarafından aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

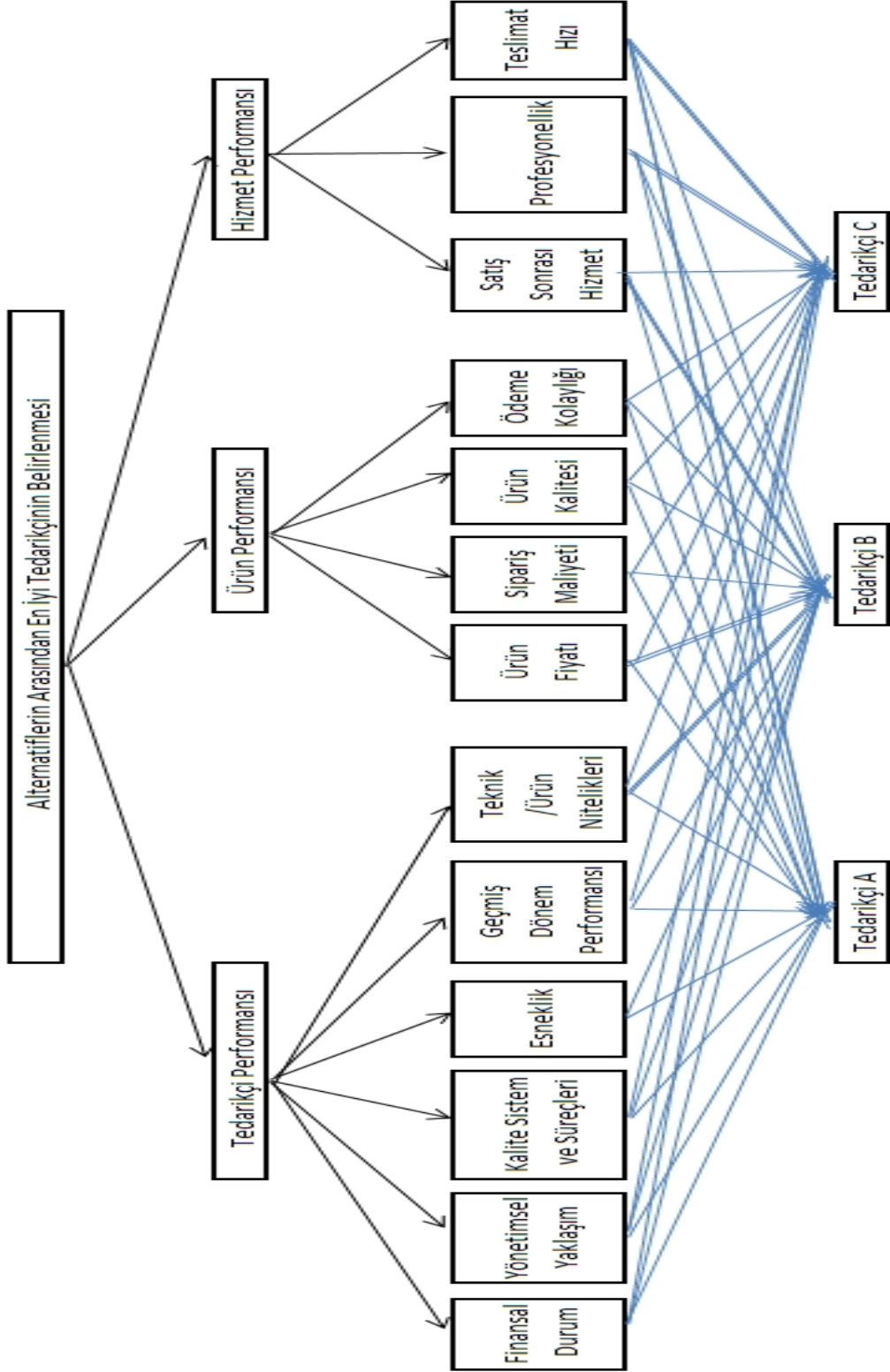
a) Satış Sonrası Hizmet: Alternatif tedarikçi firmaların satış sonrasında sunduğu hizmetleri karşılaştırır ve firmaların satış sürecinden sonrada karşılaşılabilecek sorunlara verdiği yanıtın değerlendirilmesini ölçümler.

b) Profesyonellik: Tedarikçi firmada bağlantı kurulan personelin bilgi ve becerisini ölçümler.

c) Teslimat Hızı: Tedarikçinin belirlenen teslimat süresine ne kadar bağlı kalabildiğini veya oluşabilecek sapmaların önem derecesini ölçümler. Teslimat hızı, ürün sektöründe yer alan firmaların üretecekleri ürünün üretim sürecini etkileyeceğinden kriter olarak belirlenmiştir.

Ana kriterler ve alt kriterler belirlendikten sonra hiyerarşik yapı Şekil 5.1'deki gibi kurulur. Hiyerarşik yapı hedefin “alternatifler arasında en iyi tedarikçinin belirlenmesi” ile başlar ve ikinci seviyede ana kriter olan tedarikçi performansı, ürün performansı ve hizmet performansı bulunur. Üçüncü seviyede alt kriterler, dördüncü seviyede ise üç alternatif tedarikçi bulunur

Şekil 5.1 Tedarik Seçimi Probleminde Kurulan Hiyerarşik Yapı



5.2.2 Tedarikçi Seçiminin Klasik AHP Yöntemiyle Hesaplanması ve Tutarlılık

Hiyerarşik yapının oluşturulmasının ardından ikili karşılaştırma sorularına verilen yanıtların tutarlılıklarını ölçmek ve klasik AHP ile bulanık AHP yöntemleri arasındaki farklılıkların belirlenmesi amacıyla uygulama klasik AHP yöntemiyle de çözülmüştür.

İkili karşılaştırmalara verilen dilsel cevaplara klasik AHP metodunda kullanılan görelî önem ölçeğindeki karşılıkları verilerek ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulmuştur. Kriterlerin ve alternatiflerin karşılaştırılmasında kullanılan görelî önem ölçeği Tablo 5.1’de verilmiştir.

Tablo 5.1 Klasik AHP Yöntemi için Görelî Önem Ölçeği

Eşit Önemli	1
Az Üstün	3
Üstün	5
Çok Üstün	7
Tamamen Üstün	9

En iyi tedarikçinin karşılaştırılması hedefiyle belirlenen ana kriterlerin karşılaştırılması sonucunda oluşturulan matris Tablo 5.2’de verilmiştir.

Tablo 5.2 Ana Kriterler İçin İkili Karşılaştırma Matrisi

Ana Kriterler	Tedarikçi Performansı	Ürün Performansı	Hizmet Performansı
Tedarikçi Performansı	1	1/5	1/3
Ürün Performansı	5	1	3
Hizmet Performansı	3	1/3	1

Tablo 5.3’de, karşılaştırma matrisinin satır toplamları alınıp satırdaki eleman sayısına bölünerek görelî önem vektörleri bulunmuştur.

Tablo 5.3 Normalize Edilmiş İkili Karşılaştırma Matrisi

Ana Kriterler	Tedarikçi Performansı	Ürün Performansı	Hizmet Performansı	Görelî Önem Vektörü
Tedarikçi Performansı	0.1111	0.1304	0.0769	0.1061
Ürün Performansı	0.5556	0.6522	0.6923	0.6334
Hizmet Performansı	0.3333	0.2174	0.2308	0.2605

Normalize edilmiş değerler elde edildikten sonra λ_{max} değerinin hesaplanması için görelî önem vektörü ile ikili karşılaştırma matrisi çarpılır ve bulunan ikinci vektörler karşılık gelen görelî önem vektörüne bölünür, değerlerin ortalaması λ_{max} değerini verir.

$$0.1061 \begin{bmatrix} 1 \\ 5 \\ 3 \end{bmatrix} + 0.6334 \begin{bmatrix} 1/5 \\ 1 \\ 1/3 \end{bmatrix} + 0.2605 \begin{bmatrix} 1/3 \\ 3 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.3196 \\ 1.9454 \\ 0.7602 \end{bmatrix}$$

$$0.3196/0.1061 = 3.0122$$

$$1.9454/0.6334 = 3.0714$$

$$0.7602/0.2605 = 2.9182$$

$$\lambda_{max} = 3.0122 + 3.0714 + 2.9182/3 = 3.006$$

Formül 3.6 yardımıyla tutarlılık göstergesi (TG), Tablo 3.3 yardımıyla tutarlılık oranı (TO)bulunur.

TG= 0.003 , TO = 0.005 < 0,10 olduğundan matris tutarlıdır. Alternatifler ve kriterler için aynı işlemler yapıldığında matrislerin tutarlı olduğu bulunmuştur ve Ek 3'de ikili karşılaştırma matrisleri ile birlikte verilmiştir.

En iyi tedarikçinin seçimi hedefiyle tüm kriter ve alternatifler üzerinde aynı işlemler uygulandığında Tablo 5.4, Tablo 5.5 ve Tablo 5.6 elde edilir.

Tablo 5.4 Tedarikçi Performansı için Görelî Ağırlıklar

Tedarikçi Performansı Ana Kriteri için Alt Kriterlerin Görelî Ağırlıkları							
	F	Y	K	N	E	P	Görelî Önem Vektörü
	0.0527	0.1556	0.3145	0.1081	0.06	0.3091	
Tedarikçi A	0.6434	0.6434	0.7235	0.6434	0.7235	0.6434	0.6734
Tedarikçi B	0.2828	0.2828	0.1932	0.2828	0.1932	0.2828	0.2492
Tedarikçi C	0.0738	0.0938	0.0833	0.0738	0.0833	0.0738	0.0774

Tablo 5.5 Ürün Performansı için Görelî Ağırlıklar

Ürün Performansı Ana Kriteri için Alt Kriterin Görelî Ağırlıkları					
	Ür.F	Sip.M	Ür.K	Öd.K	Görelî Önem Vektörü
	0.3344	0.1329	0.4594	0.0733	
Tedarikçi A	0.2605	0.6334	0.6334	0.2605	0.482
Tedarikçi B	0.6334	0.1061	0.2605	0.1061	0.353
Tedarikçi C	0.1061	0.2605	0.1061	0.6334	0.165

Tablo 5.6 Hizmet Performansı için Görelî Ağırlıklar

Hizmet Performansı Ana Kriteri için Alt Kriterin Görelî Ağırlıkları				
	SSH	Pr	Tes.H	Görelî Önem Vektörü
	0.2605	0.1061	0.6334	
Tedarikçi A	0.7235	0.6334	0.6334	0.657
Tedarikçi B	0.1932	0.2605	0.1061	0.145
Tedarikçi C	0.0833	0.1061	0.2605	0.198

Tablo 5.4, 5.5 ve 5.6'dan faydalanarak tedarikçi seçiminde ana kriterler için hesaplamalar yapıldığında Tablo 5.7 elde edilir.

Tablo 5.7 Toplam Görelî Ağırlıklar

Tedarikçi Seçiminde Toplam Görelî Ağırlıklar				
	T	Ü	H	Görelî Önem Vektörü
Tedarikçi A	0.6734	0.482	0.657	0.5479
Tedarikçi B	0.2492	0.353	0.145	0.2878
Tedarikçi C	0.0774	0.165	0.198	0.1643

Toplam görelî ağırlıklar tablosuna bakıldığında A tedarikçisi 0.5479 önem değeriyle tercih edilir. A tedarikçisinin ardından sırayla B ve C alternatifi tercih edilmelidir.

5.2.3 Tedarikçi Seçiminin Bulanık AHP Yöntemiyle Hesaplanması

Çalışmada tedarikçi seçiminde yöntem olarak 4.2.4 bölümünde verilen “Genişletilmiş Bulanık AHP” yardımıyla hesaplanmıştır. 5.2.3.1 ve 5.2.3.2 bölümlerinde 1 ile 4,5 aralığında bulanık sayılar kullanılarak hesaplamalar yapılmış fakat bulunan sonuç yeterli görülmediğinden 1 ile 3 aralığında bulanık sayılarla hesaplamalar tekrar yapılarak bölüm 5.2.3.3 hazırlanmıştır.

5.2.3.1 Ana Kriterlerin, Alt Kriterlerin ve Alternatiflerin Ağırlıklarının Hesaplanması

Hiyerarşik yapının oluşturulmasından sonra ana kriterlerin, alt kriterlerin ve alternatiflerin ağırlıkları bulanık analitik hiyerarşi süreci yardımıyla hesaplanır. Bir ölçütün diğerine oranla tercih derecelerini hesaplamak için Ek 1 ve Ek 2’de yer alan anketlerle, uzman görüşlerinden faydalanarak bulunur.

Uzman, başta ana kriterler olmak üzere alt kriterlerin ve tedarikçi alternatiflerini ikili karşılaştırmalar yardımıyla derecelendirir. Derecelendirmenin yapılmasından dilsel değişkenlerden yardım alınır. Dilsel değişkenler Tablo 5.1 yardımıyla karşılık gelen bulanık üçgen sayılara dönüştürülür. Kriterler için anket formlarından elde edilen cevaplara karşılık gelen üçgen bulanık sayılar Ek 4’de verilmiştir. Diğer kriterler ve alternatifler için yapılan hesaplamalar Ek 5’de gösterilmiştir.

Tablo 5.8 Dilsel Değişkenler İçin 1-4,5 Sayı Aralığında Karşılık Gelen Üçgen Bulanık Sayılar

Dilsel Değişken	Üçgen Bulanık Sayılar	Üçgen Bulanık Sayı Eşleniği	Dilsel Değişken
Eşit	(1,1,1)	(1,1,1)	Eşit
Az Üstün	(2/3,1,3/2)	(2/3,1,3/2)	Az Zayıf
Üstün	(3/2,2,5/2)	(2/5,1/2,2/3)	Zayıf
Çok Üstün	(5/2,3,7/2)	(2/7,1/3,2/5)	Çok Zayıf
Tamamen Üstün	(7/2,4,9/2)	(2/9,1/4,2/7)	Tamamen Zayıf

En iyi tedarikçiyi seçme hedefiyle ana kriterler için verilen yanıtların dilsel değişkenleri gösteren ikili karşılaştırma matrisi Tablo 5.9’de verilmiştir.

Tablo 5.9 Ana Kriterlere Verilen Yanıtların Dilsel Değişken Karşılıkları

	Tedarikçi Performansı	Ürün Performansı	Hizmet Performansı
Tedarikçi Performansı		Zayıf (2/5,1/2,2/3)	Az Zayıf (2/3,1,3/2)
Ürün Performansı			Az Üstün (2/3,1,3/2)
Hizmet Performansı			

Tablo 5.7 yardımıyla, ana kriterler için verilen yanıtların üçgen bulanık sayı karşılıkları Tablo 5.10’deki şekliyle hazırlanır.

Tablo 5.10 Ana Kriterler için Bulanık Sayılardan Oluşan İkili Karşılaştırma Matrisi

	Tedarikçi Performansı	Ürün Performansı	Hizmet Performansı
Tedarikçi Performansı	(1,1,1)	(2/5,1/2,2/3)	(2/3,1,3/2)
Ürün Performansı	(3/2,2,5/2)	(1,1,1)	(2/3,1,3/2)
Hizmet Performansı	(2/3,1,3/2)	(2/3,1,3/2)	(1,1,1)

Bulanık sayılarla oluşturulan ikili karşılaştırma matrisinden faydalanarak ana kriterlerin bulanık sentetik derece değerleri formül 4.12 yardımıyla hesaplanır.

$$S_T = (2.0667, 2.5, 3.1667) \otimes (7.5667, 9.5, 12.1667)^{-1} = (0.1699, 0.2631, 0.4185)$$

$$S_{\dot{U}} = (3.1667, 4, 5) \otimes (7.5667, 9.5, 12.1667)^{-1} = (0.2603, 0.4210, 0.6608)$$

$$S_H = (2.3333, 3, 4) \otimes (7.5667, 9.5, 12.1667)^{-1} = (0.1918, 0.3158, 0.5286)$$

Ana kriterlerden S_i kriterinin S_j kriteri üzerindeki olası değerini belirten vektör değerleri formül 4.18 yardımıyla hesaplanır.

$$V(S_T \succeq S_{\dot{U}}) = \frac{(0.2603 - 0.4185)}{(0.2631 - 0.4185) - (0.4210 - 0.2603)} = 0.5005$$

$$V(S_T \succeq S_H) = \frac{(0.1918 - 0.4185)}{(0.2631 - 0.4185) - (0.3158 - 0.1918)} = 0.8114$$

$$V(S_{\dot{U}} \succeq S_T) = 1$$

$$V(S_{\dot{U}} \succeq S_H) = 1$$

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

$$V(S_H \succeq S_{\dot{U}}) = \frac{(0.2603 - 0.5286)}{(0.3158 - 0.5286) - (0.4210 - 0.2603)} = 0.7183$$

Formül 4.20 yardımıyla, kriterler için olası değerlerin minimumu seçilir.

$$V(S_T \succ S_{\dot{U}}, S_H) = d'(T) = \min(0.5005, 0.8114) = 0.5005$$

$$V(S_{\dot{U}} \succ S_T, S_H) = d'(\dot{U}) = \min(1, 1) = 1$$

$$V(S_H \succ S_T, S_{\dot{U}}) = d'(H) = \min(1, 0.7183) = 0.7183$$

Minimum değerlerin hesaplanmasıyla, W^f ağırlık vektörü bulunur.

$$W^f = (0.5005, 1, 0.7183)$$

Hesaplanan ağırlık vektörü normalize edilerek, sırasıyla tedarikçi performansı, ürün performansı ve hizmet performansı olan ana kriterler için W_G ağırlık vektörü bulunur.

$$W_G = (0.2256, 0.4507, 0.3237)$$

En yüksek ağırlık skoruna sahip olan ürün performansı, en önemli ana kriter olarak belirlenir. Ürün performansını takiben, hizmet performansı ve tedarikçi performansı ana kriterleri önem dereceleriyle sıralanır.

Aynı hesaplamalar tüm alt kriterlerin ve tedarikçi alternatiflerinin ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulmasında ve ağırlıkların hesaplanmasında tekrarlanır. Tablo 5.11’de bu hesaplamalar sonucunda bulunan ağırlıklar gösterilmiştir.

Tablo 5.11 incelendiğinde “tedarikçi performans kriteri”nin 0.2256 öncelik derecesine sahip olduğu görülür. Tedarikçi performans kriteri ile ilişki alt kriterlerin önem derecelerine bakıldığında “kalite sistem ve süreçleri” kriterinin ve “geçmiş dönem performansı” kriterinin 0.2256 öncelikle derecelendirildikleri belirlenir. Ana kriterler arasında en yüksek önem derecesine sahip “ürün performansı” kriterinin skoru 0.4507’dir. Ürün performansı ana kriterine bağlı alt kriterlerin önem dereceleri incelendiğinde “ürün kalitesi” kriteri 0.6222 önem derecesiyle en yüksek değere sahip olduğu görülür. Son olarak ikinci öneme sahip “hizmet performansı” ana kriterinin 0.3237 önem derecesine sahip olduğu ve en yüksek önem derecesine sahip alt kriterinin “teslimat hızı” olduğu görülmektedir.

Kriterlerin önem dereceleri hesaplanırken kullanılan klasik AHP ve Tablo 5.8 dilsel değişkenleri kullanılan bulanık AHP yöntemlerinin sonuçları karşılaştırıldığında ana kriterlerin önem derecelerinin sıralamasının aynı olduğu fakat skorlarının birbirine yaklaştığı görülmektedir. “Ürün Performansı” kriterinin skorunun klasik AHP yöntemiyle 0.6334 iken bulanık AHP kullanılarak 0.4507 skoruna indiği, en düşük önem derecesine sahip “tedarikçi performansı” ana kriterinin klasik AHP ile 0.1061 olarak hesaplanan skoru, bulanık AHP kullanılarak 0.2256 bulunmuştur.

Tablo 5.11 Karar Hiyerarşisi için Bulanık AHP ile Öncelik Değerleri

1.Seviye Değişkenler	1. Seviye Öncelikleri	2.Seviye Değişkenler	2. Seviye Öncelikleri	3.Seviye Değişkenler	3. Seviye Öncelikleri
Tedarikçi Performans Kriteri (T)	0.2256	Finansal Durum (F)	0.1142	Tedarikçi A Tedarikçi B Tedarikçi C	0.5819 0.4181 0
		Yönetimsel Yaklaşım (Y)	0.1644	Tedarikçi A Tedarikçi B Tedarikçi C	0.5819 0.4181 0
		Kalite Sistem ve Süreçleri (K)	0.2186	Tedarikçi A Tedarikçi B Tedarikçi C	1 0 0
		Teknik/Ürün Nitelikleri (T)	0.1453	Tedarikçi A Tedarikçi B Tedarikçi C	0.5819 0.4181 0
		Esneklik (E)	0.1389	Tedarikçi A Tedarikçi B Tedarikçi C	1 0 0
		Geçmiş Dönem Performansı (P)	0.2186	Tedarikçi A Tedarikçi B Tedarikçi C	0.5819 0.4181 0
Ürün Performans Kriteri (Ü)	0.4507	Ürün Fiyatı (Ür.F)	0.1802	Tedarikçi A Tedarikçi B Tedarikçi C	0.146 0.708 0.146
		Sipariş Maliyeti (Sip.M)	0.1238	Tedarikçi A Tedarikçi B Tedarikçi C	0.4507 0.2256 0.3237
		Ürün Kalitesi (Ür.K)	0.6222	Tedarikçi A Tedarikçi B Tedarikçi C	0.4507 0.3237 0.2256
		Ödeme Kolaylığı (Öd.K)	0.0738	Tedarikçi A Tedarikçi B Tedarikçi C	0.1666 0.278 0.5544
Hizmet Performans Kriteri (H)	0.3237	Satış Sonrası Hizmet (SSH)	0.3237	Tedarikçi A Tedarikçi B Tedarikçi C	1 0 0
		Profesyonellik (Pr)	0.2256	Tedarikçi A Tedarikçi B Tedarikçi C	0.4507 0.3237 0.2256
		Teslimat Hızı (Tes.H)	0.4507	Tedarikçi A Tedarikçi B Tedarikçi C	0.4507 0.2256 0.3237

5.2.3.2 Kriterler ve Tedarikçi Alternatifleri için Toplam Skorların Hesaplanması

Alternatifler arasından, firmanın hedeflerine ve beklentilerine en uygun tedarikçinin seçilmesi için son adımda önem dereceleri ağırlıklandırılır. Hesaplamalar için Tablo 5.11'den faydalanılır. Tablonun sağ sütunundaki değerlerden başlanarak ilgili üst kriterin ağırlığı ile çarpılarak tedarikçi alternatiflerinin önem vektörleri hesaplanır.

Hesaplamalar tedarikçi performansı kriteri için yapıldığında Tablo 5.12 bulunur. “Tedarikçi performansı” kriteri ele alındığında en uygun tedarikçinin A tedarikçi olduğu görülmektedir. B tedarikçisi 0.2686 skorla ikinci yüksek skora sahiptir. C tedarikçisi ise “tedarikçi performansı” ana kriterinin alt kriterleri için önemsiz görülmüştür.

Tablo 5.12 Tedarikçi Performansı için Tedarikçi Alternatiflerinin Öncelik Vektörleri

Tedarikçi Performansı Ana Kriteri için Alt Kriterlerin Öncelik Vektörleri							
	F	Y	K	N	E	P	Öncelik Vektörü
	0.1142	0.1644	0.2186	0.1453	0.1389	0.2186	
Tedarikçi A	0.5819	0.5819	1	0.5819	1	0.5819	0.7314
Tedarikçi B	0.4181	0.4181	0	0.4181	0	0.4181	0.2686
Tedarikçi C	0	0	0	0	0	0	0

Ürün performansı ana kriterine tedarikçiler için bakıldığında önceliklendirilen alt kriterlere en uygun tedarikçinin 0.377 skorla B tedarikçisi olduğu görülmektedir. B tedarikçisinin ardından, A tedarikçisi 0.375 skorla, C tedarikçisi ise 0.248 skorla geldiği görülmektedir.

Tablo 5.13 Ürün Performansı için Tedarikçi Alternatiflerinin Öncelik Vektörleri

Ürün Performansı Ana Kriteri için Alt Kriterlerin Öncelik Vektörleri					
	Ür.F	Sip.M	Ür.K	Öd.K	Öncelik Vektörü
	0.1802	0.1238	0.6222	0.0738	
Tedarikçi A	0.146	0.4507	0.4507	0.1666	0.375
Tedarikçi B	0.708	0.2256	0.3237	0.278	0.377
Tedarikçi C	0.146	0.3237	0.2256	0.5544	0.248

Sonuncu ana kriter olan hizmet performansına bağlı alt kriterlerin öncelik derecelerine Tablo 5.14'den bakıldığında firma için tedarikçi alternatiflerinin önem vektörlerine bakıldığında A tedarikçisinin 0.6285 dereceyle en yüksek skora sahip olduğu, onu C tedarikçisi ve B tedarikçisinin izlediği görülmektedir.

Tablo 5.14 Hizmet Performansı için Tedarikçi Alternatiflerinin Öncelik Vektörleri

Hizmet Performansı Ana Kriteri için Alt Kriterlerin Öncelik Vektörleri				
	SSH 0.3237	Pr 0.2256	Tes.H 0.4507	Öncelik Vektörü
Tedarikçi A	1	0.4507	0.4507	0.6285
Tedarikçi B	0	0.3237	0.2256	0.1747
Tedarikçi C	0	0.2256	0.3237	0.1968

Çözüm aşamalarının en son basamağı olarak tedarikçi alternatifleri ana kriterler için değerlendirilir. Hesaplamaların sonucunda Tablo 5.15 hazırlanır.

Tablo 5.15 Tedarikçi Alternatifleri için Toplam Öncelik Vektörleri

Tedarikçi Seçiminde Toplam Öncelik Vektörleri				
	Tedarikçi Performansı 0.2256	Ürün Performansı 0.4507	Hizmet Performansı 0.3237	Toplam Öncelik Vektörü
Tedarikçi A	0.7314	0.375	0.6285	0.5375
Tedarikçi B	0.2686	0.377	0.1747	0.2870
Tedarikçi C	0	0.248	0.1968	0.1755

Tablo 5.15'de alternatifler için öncelik ağırlıkları (0.5375, 0.2870, 0.1755) olarak bulunmuştur. Hesaplamalar sonucunda firmalarının beklentilerini karşılayan tedarikçinin A tedarikçisi olduğu görülür. A tedarikçisini, B tedarikçisi ve ardından C tedarikçisi izlemektedir.

Tablo 5.12 ve 5.12 5.13 5.14 5.15 incelendiğinde kriterlerle bağlı olarak ikili tedarikçi karşılaştırmalarında bazı tedarikçilerin skorlarının "0" değerini aldığından hesaplamalara

katılmadığı görülmüştür. Bunun sonucunda Tablo 5.1’de kullanılan sayı aralıkları daraltılarak hesap adımları 5.2.3.3 bölümünde tekrarlanmıştır.

5.2.3.3 Ana Kriterlerin, Alt Kriterlerin ve Alternatiflerin Ağırlıklarının ve Toplam Skorların Daraltılan Bulanık Sayılarla Hesaplanması

Alternatiflerin ve kriterlerin değerlendirilmesinde öncelikle literatürde çok sık kullanıldığı görülen 1-4,5 sayı aralığına sahip dilsel değişkenler kullanılmıştır. Tedarikçi alternatiflerinin değerlendirmesinin bazı tedarikçilerin değerlendirilmemesi sonucu çok etkin olmadığı düşünülerek sayı aralığının daraltılarak tekrar hesaplamaların yapılması düşünülmüştür. Bunun için 1-3 sayı aralığı düşünülerek Tablo 5.16’da belirlenen bulanık sayılar dilsel değişkenler için kullanılmıştır.

Tablo 5.16 Dilsel Değişkenler İçin 1-3 Sayı Aralığında Karşılık Gelen Üçgen Bulanık Sayılar

Dilsel Değişken	Üçgen Bulanık Sayılar	Üçgen Bulanık Sayı Eşleniği	Dilsel Değişken
Eşit	(1,1,1)	(1,1,1)	Eşit
Az Üstün	(1/2,1,3/2)	(2/3,1,2)	Az Zayıf
Üstün	(1,3/2,2)	(1/2,2/3,1)	Zayıf
Çok Üstün	(3/2,2,5/2)	(2/5,1/2,2/3)	Çok Zayıf
Tamamen Üstün	(2,5/2,3)	(1/3,2/5,1/2)	Tamamen Zayıf

Uzman tarafından cevaplanan Ek 1 ve Ek 2 anketleri cevaplarda değişiklik yapılmaksızın aynı hesap adımlarıyla fakat farklı sayı aralıklarından faydalanarak çözülmüştür. Bulanık sentetik derece değerleri formül 4.12 yardımıyla tekrar hesaplanır.

$$S_T = (2.1667, 2.6667, 4) \otimes (6.8334, 9.1667, 13)^{-1} = (0.1667, 0.2909, 0.5854)$$

$$S_U = (2.5, 3.5, 4.5) \otimes (6.8334, 9.1667, 13)^{-1} = (0.1923, 0.3818, 0.6585)$$

$$S_H = (2.1667, 3, 4.5) \otimes (6.8334, 9.1667, 13)^{-1} = (0.1667, 0.3273, 0.6585)$$

Ana kriterlerin birbiri üzerindeki olası vektör değerleri formül 4.18 yardımıyla hesaplanır.

$$V(S_T \geq S_U) = \frac{(0.1923 - 0.5854)}{(0.2909 - 0.5854) - (0.3818 - 0.1923)} = 0.8122$$

$$V(S_T \geq S_H) = \frac{(0.1667 - 0.5854)}{(0.2909 - 0.5854) - (0.3273 - 0.1667)} = 0.92$$

$$V(S_{\ddot{U}} \succeq S_T) = 1$$

$$V(S_{\ddot{U}} \succeq S_H) = 1$$

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

$$V(S_H \succeq S_{\ddot{U}}) = \frac{(0.1923 - 0.6585)}{(0.3273 - 0.6585) - (0.3818 - 0.1923)} = 0.8953$$

Formül 4.20 yardımıyla, kriterler için olası değerlerin minimumu seçilir.

$$V(S_T \succ S_{\ddot{U}}, S_H) = d'(T) = \min(0.8122, 0.92) = 0.8122$$

$$V(S_{\ddot{U}} \succ S_T, S_H) = d'(\ddot{U}) = \min(1, 1) = 1$$

$$V(S_H \succ S_T, S_{\ddot{U}}) = d'(H) = \min(1, 0.8953) = 0.8953$$

Minimum değerlerin hesaplanmasıyla, W^i ağırlık vektörü bulunur.

$$W^i = (0.8122, 1, 0.8953)$$

Sırasıyla ana kriterlerin hesaplanan ağırlık vektörü normalize edilerek W_G değeri bulunur.

$$W_G = (0.300, 0.369, 0.331)^T$$

Hesaplamalar tüm tedarikçi alternatif ve kriterlerin ikili karşılaştırmalarından faydalanarak tekrarlandığında Tablo 5.17 elde edilir.

Tablo 5.17 Daraltılan Sayı Aralıklarıyla Bulanık AHP Sonucunda Öncelik Değerleri

1.Seviye Değişkenler	1. Seviye Öncelikleri	2.Seviye Değişkenler	2. Seviye Öncelikleri	3.Seviye Değişkenler	3. Seviye Öncelikleri
Tedarikçi Performans Kriteri (T)	0.30	Finansal Durum (F)	0.1501	Tedarikçi A Tedarikçi B Tedarikçi C	0.4405 0.3927 0.1668
		Yönetimsel Yaklaşım (Y)	0.1657	Tedarikçi A Tedarikçi B Tedarikçi C	0.4405 0.3927 0.1668
		Kalite Sistem ve Süreçleri (K)	0.1828	Tedarikçi A Tedarikçi B Tedarikçi C	0.5007 0.2481 0.2512
		Teknik/Ürün Nitelikleri (T)	0.1593	Tedarikçi A Tedarikçi B Tedarikçi C	0.4405 0.3927 0.1668
		Esneklik (E)	0.1593	Tedarikçi A Tedarikçi B Tedarikçi C	0.5007 0.2481 0.2512
		Geçmiş Dönem Performansı (P)	0.1828	Tedarikçi A Tedarikçi B Tedarikçi C	0.4405 0.3927 0.1668
Ürün Performans Kriteri (Ü)	0.369	Ürün Fiyatı (Ür.F)	0.2244	Tedarikçi A Tedarikçi B Tedarikçi C	0.3307 0.3693 0.3000
		Sipariş Maliyeti (Sip.M)	0.2234	Tedarikçi A Tedarikçi B Tedarikçi C	0.3693 0.3000 0.3307
		Ürün Kalitesi (Ür.K)	0.3312	Tedarikçi A Tedarikçi B Tedarikçi C	0.3693 0.3307 0.3000
		Ödeme Kolaylığı (Öd.K)	0.2210	Tedarikçi A Tedarikçi B Tedarikçi C	0.3307 0.3000 0.3693
Hizmet Performans Kriteri (H)	0.331	Satış Sonrası Hizmet (SSH)	0.3307	Tedarikçi A Tedarikçi B Tedarikçi C	0.5007 0.2481 0.2512
		Profesyonellik (Pr)	0.30	Tedarikçi A Tedarikçi B Tedarikçi C	0.3693 0.3307 0.3000
		Teslimat Hızı (Tes.H)	0.3693	Tedarikçi A Tedarikçi B Tedarikçi C	0.3693 0.3000 0.3307

Tablo 5.17 incelendiğinde “Tedarikçi performansı” ana kriterinin alt kriterlerinin “kalite sistem ve süreçleri” ve “geçmiş dönem performansı” alt kriterlerinin 0.1828 skorla öncelikli oldukları görülür. Bu kriterleri “yönetimsel yaklaşım”, “esneklik” ve “teknik ve ürün nitelikleri” aynı skorla, son olarak “finansal durum” alt kriterleri sırasıyla ardından gelmektedir.

“Ürün performansı” ana kriterinin alt kriterlerine bakıldığında “ürün kalitesi” kriterinin 0.3312 skoruyla öncelikli geldiği ardından aralarında az fark olmak kaydıyla sırasıyla “ürün fiyatı”, “sipariş maliyeti” ve “ödeme kolaylığı” alt kriterlerinin geldiği görülmektedir.

“Hizmet performansı” ana kriterine ilişkin alt kriterler incelendiğinde sırasıyla 0.3693 skorla “teslimat hızı”, 0.3307 skorla “satış sonrası hizmet”, 0.30 skorla “profesyonellik” kriterlerinin sıralandığı görülür.

Tablo 5.17 yardımıyla alternatiflerin öncelik değerleri hesaplanarak Tablo 5.18 elde edilir. Tedarikçi alternatiflerinin karşılaştırılması için Tablo 5.18 incelendiğinde “Tedarikçi Performansı” ana kriteri için yapılan hesaplamaların sonucunda A tedarikçisinin 0.4611 önem derecesiyle en yüksek skora sahip olduğu görülür. B tedarikçisinin 0.3421 olan öncelik değerine sahip olduğu C tedarikçisinin ise 0.1957 değeriyle en az önceliğe sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 5.18 Daraltılan Sayı Aralıkları ile Tedarikçi Performansı için Tedarikçi Alternatiflerinin Öncelik Vektörleri

Tedarikçi Performansı Ana Kriteri için Alt Kriterlerin Öncelik Vektörleri							
	F	Y	K	N	E	P	Öncelik Vektörü
	0.1501	0.1657	0.1828	0.1593	0.1593	0.1828	
Tedarikçi A	0.4405	0.4405	0.5007	0.4405	0.5007	0.4405	0.4611
Tedarikçi B	0.3927	0.3927	0.2481	0.3927	0.2481	0.3927	0.3432
Tedarikçi C	0.1668	0.1668	0.2512	0.1668	0.2512	0.1668	0.1957

“Ürün performansı” ana kriteri için hesaplamalar yapılarak Tablo 5.19 elde edilir.

Tablo 5.19 Daraltılan Sayı Aralıkları ile Ürün Performansı için Tedarikçi Alternatiflerinin Öncelik Vektörleri

Ürün Peformansı Ana Kriteri için Alt Kriterlerin Öncelik Vektörleri					
	ÜR.F	Sip.M	ÜR.K	Öd.K	Öncelik Vektörü
	0.2244	0.2234	0.3312	0.2210	
Tedarikçi A	0.3307	0.3693	0.3693	0.3307	0.3521
Tedarikçi B	0.3693	0.3000	0.3307	0.3000	0.3277
Tedarikçi C	0.3000	0.3307	0.3000	0.3693	0.3222

Tablo 5.19 incelendiğinde “ürün performansı” ana kriteri için A tedarikçisinin 0.3521 değerli öncelik vektörüyle önceliğe sahip olduğu, ardından sırasıyla B ve C tedarikçisinin yaklaşık puanlarla gelmektedir.

Aynı hesaplama adımları “hizmet performansı” ana kriteri için tedarikçi alternatiflerine yönelik yapıldığında A tedarikçisinin 0.4128 öncelik değeriyle kriterlere en uygun tedarikçi olduğu görülmektedir. Sırasıyla C ve B tedarikçisi aralarındaki az farkla A tedarikçisinin ardından gelmektedirler.

Tablo 5.20 Daraltılan Sayı Aralıkları ile Hizmet Performansı için Tedarikçi Alternatiflerinin Öncelik Vektörleri

Hizmet Peformansı Ana Kriteri için Alt Kriterlerin Öncelik Vektörleri				
	SSH	Pr	Tes.H	Öncelik Vektörü
	0.3307	0.3000	0.3693	
Tedarikçi A	0.5007	0.3693	0.3693	0.4128
Tedarikçi B	0.2481	0.3307	0.3000	0.2920
Tedarikçi C	0.2512	0.3000	0.3307	0.2952

Hazırlanan tüm tablolar ve tüm hesaplama adımları değerlendirilerek Tablo 5.21 hazırlanmıştır.

Tablo 5.21 Daraltılan Sayı Aralıkları ile Ana Kriterler için Tedarikçi Alternatifleri

Tedarikçi Seçiminde Toplam Öncelik Vektörleri				
	Tedarikçi Performansı	Ürün Performansı	Hizmet Performansı	Toplam Öncelik Vektörü
	0.300	0.369	0.331	
Tedarikçi A	0.4611	0.3521	0.4128	0.4049
Tedarikçi B	0.3432	0.3257	0.2920	0.3198
Tedarikçi C	0.1957	0.3222	0.2952	0.2753

Tablo 5.21’de alternatifler için öncelik ağırlıkları (0.4049, 0.3198, 0.2753) olarak bulunmuştur. Hesaplamalar sonucunda firmalarının beklentilerini karşılayan tedarikçinin A tedarikçisi olduğu görülür. A tedarikçisini, B tedarikçisi ve ardından C tedarikçisi izlemektedir.

BÖLÜM 6

SONUÇ

Bu çalışmada günümüz rekabet koşullarında firmalara rekabet avantajı sağlamanın yanı sıra üretimdeki etkinliklerini, maliyet kalemlerini ve böylece firmanın karlılığını etkileyen tedarikçi seçim problemi, karar vericinin yargılarının duyarlılığının çözüme yansımada kolaylık sağlayacak bulanık analitik hiyerarşi prosesinden faydalanarak çözülmüştür.

Tedarikçi seçimi dinamik bir karar verme süreci olduğundan doğru sonuç vermesi için niteleyici ve niceleyici kriterlerin doğru ve eksiksiz belirlenmesi gerekmektedir. Günün piyasa koşulları ve beklentilerinden yola çıkarak kriterler belirlenmeli ve gözden geçirilmelidir. Bulanık analitik hiyerarşik prosesi seçilmesinde bir diğer etkende yöntem olarak karar vericinin cevaplarını değerlendirmede kolaylık kazandırdığından ve kriterleri derecelendirme basamağında etkinliğidir.

Problem çözümünün uygulamasına yönelik, üretim sektöründe faaliyet gösteren İzmir merkezli üretim yapan bir firmanın satınalma uzmanlarıyla görüşülmüştür. Yapılan görüşmeler ve literatür araştırması yardımıyla belirlenen kriterlerin ve alternatiflerin ikili karşılaştırmalarından oluşan anketler, öncelik değerlerinin belirlenmesi amacıyla uzmanlar tarafından cevaplanmıştır.

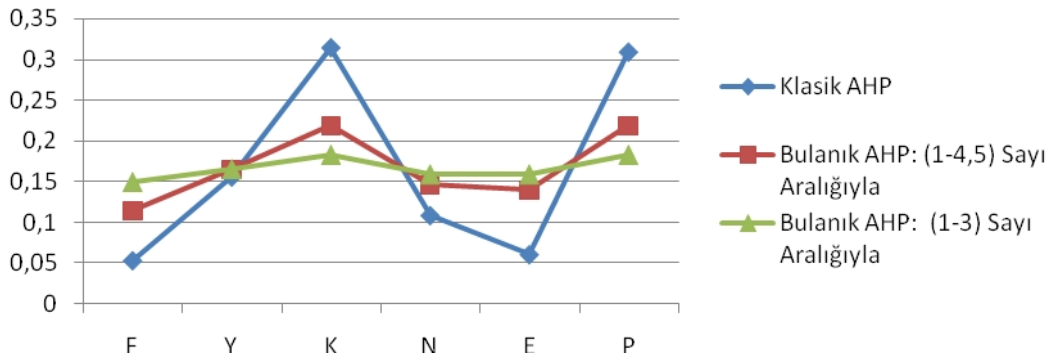
Anketlerde uzman cevaplarıyla ulaşılan dilsel ifadelerin sayısallaştırılmasında üç farklı yöntem sunulmuştur. Klasik AHP, bulanık AHP ile farklılığının belirlenmesi amacıyla uygulanmıştır. Bulanık AHP yöntemlerinden, Genişletilmiş Bulanık AHP metodu kullanılmıştır. Literatürde en çok karşılaşılan (1-4,5) sayı aralığı ile hesaplanan ilk yöntemde bazı kriterler için tedarikçilerin önem derecelerinin "0" çıkması probleme katılmamasıyla problem çözümünün yetersiz olduğu sonucuna varılmıştır. Bu nedenle dilsel değişkenlerin değerlendirilmesinde kullanılan sayı aralıkları daraltılmış ve (1-3) sayı aralığıyla problem aynı girdi ve hesaplama adımlarıyla tekrar çözülmüştür.

Değerlendirmede tüm faktörler ve cevaplar aynı tutularak, tüm faktörlerin sürece dahil olması amacıyla iki farklı üçgen bulanık sayı tablosu hazırlanmıştır.

Kullanılan her yöntemde aynı ikili karşılaştırma matrisi girdi olarak alınmıştır böylece bulanık AHP ile ulaşılan çözümlerde de aynı tutarlı matrisler kullanılmıştır.

Ulaşılan çözümlerde “tedarikçi performansı” ana-kriteri değerleri Klasik AHP’de 0.1061, Bulanık AHP’de 0.2256, Daraltılan sayılar kullanılan Bulanık AHP 0.30 olarak bulunmuştur. Tedarikçi Performansı ana kriterine bağlı alt kriterlerin üç farklı yöntemde aldığı değerler Şekil 6.1’de gösterilmiştir.

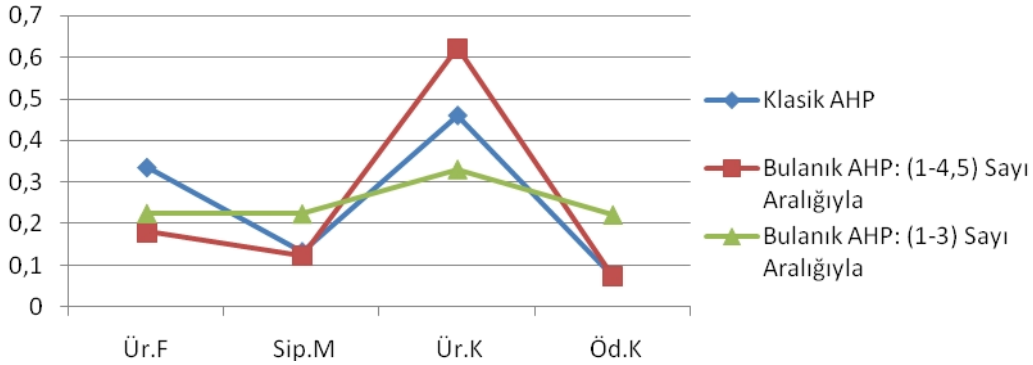
Şekil 6.1 Kullanılan Üç Farklı Yöntemde Tedarikçi Performansı İlişkilendirilen Alt-kriterlerin Aldığı Değerler



Uygulanan üç yöntemin sonucunda alt-kriterlerin önem derecelerinde farklılık olduğu görülmüştür. “Kalite Sistem ve Süreçleri (K)” alt-kriteri her üç yöntemde de en yüksek skora sahiptir. “Geçmiş Dönem Performansı (P)” alt-kriterine bakıldığında bulanık AHP yöntemiyle çözülen iki durumda da Kalite Sistem ve Süreçleri alt-kriteriyle aynı skoru almıştır. “Yönetimsel Yaklaşım(Y)” alt-kriteri üçüncü yüksek skora sahiptir. Değerlendirmede sayı aralığının daraltılmasıyla “Teknik ve Ürün Nitelikleri(T)” ve “Esneklik(E)” alt-kriterlerinin öncelik skorlarının değeri artmış ve 0.1593 skorunu alarak öncelik değerleri belirlenmiştir. “Finansal Durum (F)” alt kriteri en düşük önceliği almıştır. Üç yöntem sonucunda elde edilen Şekil 6.1’de eğrilere bakıldığında sayı aralığının daralmasıyla kriterlerin öncelik değerleri arasındaki farkın kapandığı gözlemlenebilir.

“Ürün Performansı” ana-kriterinin yöntemler sonucunda aldığı dereceler klasik AHP’de 0.6334, (1-4,5) sayı aralığı kullanılarak hesaplanan bulanık AHP’de 0.4507, (1-3) sayı aralıkları kullanılarak hesaplanan bulanık AHP’de ise yöntemiyle ise 0.369 olarak bulunmuştur.

Şekil 6.2 Kullanılan Üç Fraklı Yöntemde Ürün Performansıyla İlişkilendirilen Alt-kriterlerin Aldığı Değerler

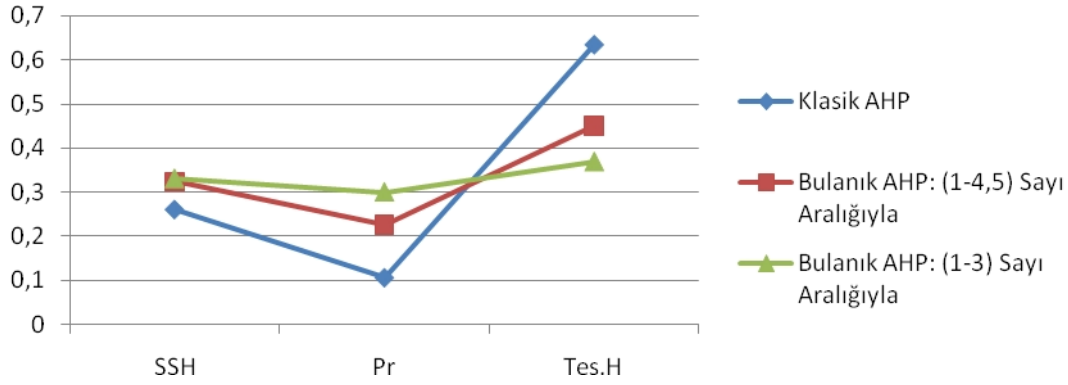


Şekil 6.2 incelendiğinde sayı aralığının daralmasıyla değerlerin birbirine yaklaştığı görülebilir. Bunun yanında alt-kriterlerin aldığı değerlere bakıldığında “Ürün Kalitesi (Ür.K)” kriteri en yüksek değeri almıştır. “Ürün Fiyatı (Ür.F)” alt-kriteri ikinci yüksek skora sahiptir. Bu kriterlerin ardından sırasıyla “Sipariş Maliyeti (Sip.M)” ve “Ödeme Kolaylığı (Öd.K)” gelmektedir.

Belirlenen son ana-kriter olan “hizmet performansı” kriterinin aldığı değerlere bakıldığında klasik AHP’de 0.2606, (1-4,5) sayı aralığı kullanılarak hesaplanan bulanık AHP’de 0.3237, (1-3) sayı aralıkları kullanılarak hesaplanan bulanık AHP’de ise yöntemiyle ise 0.331 olarak bulunmuştur.

Şekil 6.3’den de görülebileceği gibi ana-kriterler ilişkili en önemli alt-kriter “Teslimat Hızı (Tes.H)” olduğu bulunmuştur. Ürün performansı kriterine bağlı diğer alt-kriterlere bakıldığında “Satış Sonrası Hizmet (SSH)” ve “Profesyonellik (Pr)” kriterlerinin sırasıyla derecelendirildiği gözlenmektedir.

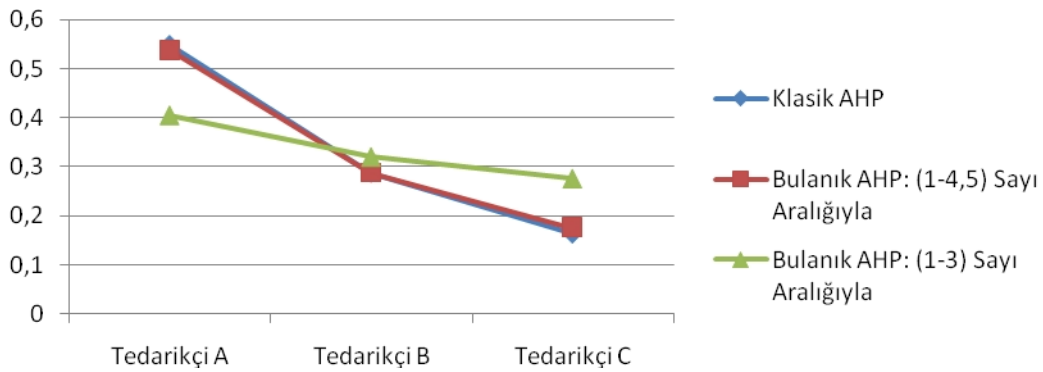
Şekil 6.3 Kullanılan Üç Fraklı Yöntemde Hizmet Performansı İlişkilendirilen Alt-kriterlerin Aldığı Değerler



Yöntemin sonucunda Ana-kriterlerin ve alt kriterlerin sıralamasının üç yöntemde de benzemesine rağmen kriterlere ait önem derecelerinin farklılaştığı görülmüştür.

Firmanın beklentilerine ve stratejilerine en uygun tedarikçi seçiminin yapılması amacıyla kriterlerin hesaplanan önem derecelerinden faydalanarak yöntemlerden elde edilen sonuçlar Şekil 6.4’de verilmiştir.

Şekil 6.4 Kullanılan Üç Fraklı Yöntemde Tedarikçi Alternatiflerinin Aldığı Değerler



Uygulamanın sonucunda üç yöntemde de A tedarikçisinin en uygun alternatif olduğu görülmüştür ve sırasıyla B ve C tedarikçisinin uygun olduğu bulunmuştur. Bunun yanında alternatiflerin aldığı öncelik değerleri bulanık AHP yönteminde sayı aralığının daralmasıyla farklılaşmıştır.

Alternatiflerin ve kriterlerin hesaplanan öncelik değerleri incelendiğinde yöntemler arasında farklılaştığı görülmektedir. Bu durum ikili karşılaştırmaların değerlendirilmesinde kullanılan sayıların önemini göstermektedir. Daralan sayı aralıkları karar vericinin dilsel değişkenlerini karşılayan değerlerin açıklama gücünün arttırmıştır. Bu nedenle alternatiflerden veya kriterlerden birinin “0” değerini alması durumunda sayı aralığını daraltılarak kriterlerin sonuca girmeme durumu ortadan kaldırılmalıdır.

Değerlendirilmeye alınan tedarikçi alternatifinin ve kriterlerin sayısı arttıkça işlem adımları karmaşıklaşıp fazlalaşacağından, kullanılan yöntemin yazılımlar yardımıyla yapılması yöntemin kullanılmasını kolaylaştırabilir.

ELECTRE, TOPSIS gibi yöntemler bulanık mantıkla birleştirilerek kriterlerin ve alternatiflerin birbirleri üzerindeki üstünlükleri değerlendirilebilir. Bunun yanında firmanın beklentilerini tam anlamıyla karşılanması için optimizasyon yöntemleri kullanılarak kısıtlar değerlendirilebilir.

KAYNAKLAR

ADA, Erhan, Yiğit Kazançoğlu ve Burcu Aracıoğlu, "Stratejik Rekabet Üstünlüğü Sağlamada Tedarikçi Seçiminin Analitik Hiyerarşik Süreçle Gerçekleştirilmesi", V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu Kitabı, İstanbul Ticaret Üniversitesi, İstanbul, 25-27 Kasım 2005, ss. 605-611

AKÇAY, Özlem, "Tedarik Zincirinde Optimizasyon", İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2003, s. 30

AKIN, H. Bahadır, "Strateji, Rekabet ve Rekabetçi Üstünlük", http://www.bilgiyonetimi.org/cm/pages/mkl_gos.php?nt=266 (15.02.2009)

AKMAN, Gülşen ve Atakan Alkan, "Tedarik Zinciri Yönetiminde Bulanık AHP Yöntemi Kullanılarak Tedarikçilerin Performanslarının Ölçümlenmesi: Otomotiv Yan Sanayinde Bir Uygulama" , İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 2006, Vol 9, ss. 23-46

ATAN, Murat, Ufuk Maden ve Ebru Akyıldız, <http://muratatan.info/academic/bulletin/22.pdf>, VIII. Ulusal Finans Sempozyumu, 26 - 28 Ekim 2004, İstanbul Teknik Üniversitesi, İTÜ Maçka Kampüsü İşletme Fakültesi, İstanbul, ss.1-18

BAYRAK, Murat Yaşar, "Bulanık Mantık Yaklaşımıyla Tedarikçi Seçim Metodu", Sakarya üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 2004, s. 32

CHAN, Felix T.S. ve Niraj Kumar, "Global Supplier Development Considering Risk Factors Using Fuzzy Extended AHP- Based Approach", Omega Vol. 35, 2007, ss. 417-431

CHENG, Ching H., "Evaluating Naval Tactical Missile Systems By Fuzzy Ahp Based On The Grade Value Of Membership Function", European Journal of Operational Research, Vol 96, 1996, ss. 343-350

CHENG, Ching H., "Evaluating Weapon Systems Using Ranking Fuzzy Numbers", Fuzzy Sets and Systems, Vol. 107, 1999, ss. 25-35

CHENG, Ching H., Kuo L. Hwang ve Chih L. Hwang, "Evaluating Attack Helicopters by AHP based on Linguistic Variable Weight", European Journal of Operations Research, Vol. 116 (2), 1999, ss. 423-435

ÇANLI, Hakan ve Ahmet Kandakoğlu, "Hava Gücü Mukayesesi için Bulanık AHP Modeli", Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi, , 2007, Vol 3(1), ss. 71- 82

ÇEBİ, Ferhan ve Demet Bayraktar, "An İntegrated Approach For Supplier Selection", Logistics Information Management, Vol. 16(6) , 2003, ss. 395-400

ÇETİN, Emre İpekçi, "Çok Değişkenli Analizlerin Pazarlama İle İlgili Araştırmalarda Kullanımı: 1995-2002 Arası Yazın Taraması", Akdeniz İ.İ.B.F. Dergisi, 2003, Vol , ss. 32-47

DAĞDEVİREN, Metin ve Tamer Eren, "Tedarikçi Firma Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerinin Kullanılması", Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi, Cilt 16, No 2, 2001, ss. 41-52

DAŞDEMİR, İsmet, Ersin Güngör, "Çok Boyutlu Karar Verme Metotları ve Ormancılıkta Uygulama Alanları", ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 2002, Cilt:4(4), ss. 1-19

DE BOER, Luitzen, Eva Labro ve Pierangela Morlacchi, "A Review Of Methods Supporting Supplier Selection", European Journal of Purchasing and Supply Management , Vol. 7, 2001, ss. 75-89

ENE, M. ve T. Piazza, "Project selection By Constrained Fuzzy AHP", Fuzzy Optimization and Decision Making, Vol 3, 2004, ss. 39-62

FENG, D., L. Chen ve M. Jiang, "Vendor Selection in Supply Chain Systems: An Approach Using Fuzzy Decision and AHP", Proceedings of ICSSM'05 International Conference on Services Systems and Services Management, Changqing, China, June 13-15, Vol 1, 2005, ss. 721-725

GHODSYPOUR, S.H. ve C. O'Brien, "A decision Support System for Supplier Selection Using an Integrated Analytic Hierarchy Process and Linear Programming", International Journal Of Production Economics, Vol 56-57, 1998, ss. 199-212

GÖKSU, Ali ve İbrahim Güngör, "Bulanık Analitik Hiyerarşik Proses ve Üniversite Tercih Sıralamasında Uygulanması", Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 2008, C.13(3), ss. 1-16

GÜNGÖR, Zülal, Gürkan Serhadlıoğlu ve Saadettin Erkan Kesen, "A Fuzzy AHP Approach to Personnel Selection Problem", Applied Soft Computing, Vol9, 2009, ss. 641-646

HOLT, Gary, "Which Contractor Selection Methodology?", International Journal of Project Management, Vol. 16(3), 1998, ss. 153-164

HSU, Chia-Wei ve Allen H. Hu "Applying Hazardous Substance Management To Supplier Selection Using Analytic Network Process", Journal of Cleaner Production, Vol 17, 2009, ss. 255-264

HUMPHREYS, P.K., Y.K. Wong ve F.T.S. Chan, "Integrating Environmental Criteria Into The Supplier Selection Process", Journal of Materials Processing Technology, Vol. 138, 2003, ss. 349-356

KABAK, Özkan, "Türkiye'nin Sürdürülebilir Kalkınmadaki Yeri: Bir Bulanık Çok Ölçütlü Karar Verme Yaklaşımı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2003, ss.151

KAĞNICIOĞLU, Celal Hakan, Tedarik Zinciri Yönetiminde Tedarikçi Seçimi, Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir, 2007, ss. 658

KAHRAMAN, Cengiz, Ufuk Cebeci ve Da Ruan, "Multi Attribute Comparison of Catering Service Companies Using Fuzzy AHP: The Case of Turkey", Int. J. Production Economics, Vol 87,2004, ss. 171-184

KAHRAMAN, Cengiz, Ufuk Cebeci ve Ziya Ulukan, "Multi-criteria Supplier Selection Using Fuzzy AHP", Logistics Information Management Vol 16(6) , 2003, ss. 382-394

KARAASLAN Nevin, " İmalat Sektöründe Tedarikçi Yeterlilik Analizi için Bir Bulanık Karar Destek Sistemi", (Yayınlanmamış Doktora Tezi), Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 2008, ss.9

KARADELİOĞLU, Hakan, "Tedarikçi Değerlendirmede Temel Ölçütlerin Araştırılması ve Analizi", Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 2006, ss.30

KARADOĞAN, A., A. Başçetin, A. Kahriman ve S. Görgün, "Bulanık Küme Teorisinin Yer Altı Üretim Yönetimi Seçiminden Kullanılabilirliği", Türkiye 17. Uluslar arası Madencilik Kongresi ve Sergisi, İstanbul, 2001, ss. 95-102

KOKANGUL, Ali ve Zeynep Susuz, "Integrated Analytical Hierarch Process And Mathematical Programming To Supplier Selection Problem With Quantity Discount", Applied Mathematical Modelling, Vol. 33, 2009, ss. 1417-1429

KWONG, C.K. ve H. Bai, "Determining The Importance Weights for The Customer Requirements in QFD Using A Fuzzy AHP With An Extene Analysis Approach", IIE Transactions, Vol 35(7), ss. 619-626

LASCH, Rainer ve Christian G. Janker, "Supplier Selection And Controlling Using Multivariate Analysis", International Journal of Physical Distribution and Logistics Management, 2005, Vol. 35(6), ss. 409-425

LEE, Seong Kon, Gento Mogi, Jong Wook Kim ve Bong Jin Gim, "A Fuzzy Analytic Hierarchy Process Approach For Assessing National Competitiveness İn The Hydrogen Technology Sector", International Journal of Hydrogen Energy, Vol 3, 2008, ss. 6840-6848

LI, C.C., Y.P. Fun ve J.S. Hung, "A New Measure For Supplier Performance Evaluation", IIE Transactions, Vol. 29, 1997, ss. 753-758

MERT, Ali, "Bulanık Bilgilerin Bir Araya Getirilme Problemleri ve Onların Karar Verme Modellerinde Kullanılması", Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2003, ss.100

MON, D.L., C.H. Cheng ve J.C. Lin, "Evaluating Weapon System Using Fuzzy Analytical Hierarchy Process Based on Entropy Weight", Fuzzy Sets and Systems, Vol 62, 1994, ss.127-134

MONCZKA, R. M. ve S. J. Trecha, "Cost-Based Supplier Performance Evaluation", Journal of Purchasing and Materials Management, Vol. 24 (2), 1988, ss. 2-7

NARASHİMAN, R., "An Analytical Approach to Supplier Selection", Journal of Purchasing and Materials Management, Vol. 19(1), 1983, ss. 27-33

NYDİCK, Robert L.; Hill ve Ronald Paul, "Using the Analytic Hierarchy Process to Structure the Supplier Selection Procedure", International Journal of Purchasing and Materials Management, Vol. 28 (2), 1992, ss. 31-36

OLGAHER, Jan ve Erik Selldin, "Supply Chain Management Survey Of Swedish Manufacturing Firms", International Journal of Production Economics , Vol. 89 , 2004, ss. 353-361

OLSEN, Rasmus Friis ve Lisa M. Ellram, "A Portfolio Approach to Supplier Relationships", Industrial Marketing Management, Vol. 29, 1997, ss. 101-113

ÖNAL, Suzan Aslı, "Fuzzy Analytic Hierarchy Based Approach for Supplier Selection in a Washing Machine Company", D.E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2006

ÖZKAN, Mustafa, "Bulanık Hedef Programlama", Ekin Kitabevi İstanbul, 2003, ss.280

RONEN, B. ve D. Trietsch, "A Decision Support System For Purchasing Management Of Large Projects", Operations Research, Vol. 36(6),1988, ss. 882-890.

SAATY, Thomas L., "Decision Making with The Analytic Hierarchy Process", Int. J. Services Sciences, Cilt 1(1), 2008, ss. 83-98

SAATY, Thomas L., "How To make A Decision: The Analytic Hierarchy Process", <http://sigma.poligran.edu.co/politecnico/apoyo/Decisiones/curso/Interfaces.pdf>, s.24, (02.02.2009)

SARI, M., Y:Ş: Murat ve M. Kırabalı, "Bulanık Modelleme Yaklaşımı ve Uygulamaları", Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 2009, Cilt 9, ss. 1-17

SHAMSUZZAMAN, M., A.M.M. Sharif Ullah ve Erik L.J. Bohez, "Applying Linguistic Criteria in FMS Selection: Fuzzy Set AHP Approach", *Integrated Manufacturing Systems*, Vol 14(3), 2003, ss. 247-254

SHIN, Hojung, W.C.Benton ve Minjoon Jun," Quantifying Suppliers' Product Quality And Delivery Performance :Asourcingpolicy Decision Model", *Computers and Operations Research*, Vol. 36, 2009, ss. 2462-2471

SOUKUP, W.R., "Supplier Selection Strategies", *Journal of Purchasing and Materials Management*, 1987, ss. 77-12.

THOMPSON, K., "Scalling Evaluative Criteria and Supplier Performance Estimates in Weighted pint prepurchase Decision Models", *International Journal of Purchasing and Materials Managment*, Vol. 27(1), 1991, ss. 27-36

TIMMERMAN Ed, "An Approach to Vendor Performance Evaluation", *Journal of Purchasing and Materials Management*, 1986, Vol.22 (4), ss. 14-20

TOPEL, Ayten, "Analitik Hiyerarşi Prosesinin Bulanık Mantık Ortamındaki Uygulamaları- Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi", *İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı*, İstanbul, 2006, ss.120

VAN LAARHOVEN, Peter J.M., Witold Pedrycz, "A Fuzzy Extension of Saaty's Priority Theory", *Fuzzy Stes and Systems*, Vol 11, 1983, ss.229-241

VERMA, Rohit ve Madeleine E. Pullman, "An Analysis of the Supplier Selection Process", *Omega, International Journal of Managment Science*, Vol. 26, No. 6,1998, ss. 739-750

WATTS, C.A, Y.K Kim ve C. Hahn, "Linking purchasing to Corporate Competitive Strategy", *International Journal of Purchasing and Materials Managment*, Vol 28(4), ss. 2-8

WEBER, Charles A., John R. Current and W. C. Benton, "Vendor selection criteria and methods", *European Journal of Operational Research*, Volume 50, Issue 1, 1991, ss. 2-18

WEBER, Charles A., John R. Current ve Anand Desai, "Non-Cooperative Negotiation Strategies For Vendor Selection", *European Journal of Operational Research*, Vol. 108, 1998, ss. 208-223

YETİM, Sebahat, "Analitik Hiyerarşik Sürecinde Yer Alan Bazı Matematiksel Kavramlar", *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 2004, Cilt: 12(2), ss. 457-468

ZHU, Ke-Jun, Yu Jing ve Da-Yong Chang"A discussion On Extent Analysis Method and Applications of Fuzzy", *European Journal of Operational Research*, Vol 116, 1999, ss.450-456

EK 1

ANA KRİTERLERİN VE ALT KRİTERLERİN BELİRLENMESİ İÇİN HAZIRLANAN ANKET FORMU

En iyi tedarikçiyi seçme hedefiyle;

(1) *Tedarikçinin genel performansı*¹ ve *ürünün genel performansı*² karşılaştırmasının önem derecesi nedir?

(2) *Tedarikçinin genel performansı* ve sağlanan *hizmetlerin genel performansı*³ karşılaştırmasının önem derecesi nedir?

(3) *Ürünün genel performansı* ve sağlanan *hizmetlerin genel performansı* karşılaştırmasının önem derecesi nedir?

En İyi Tedarikçiyi Seçme		Bir Ana Kriterin Diğer Kriteria Göre Öneminin Derecelendirmesi									
Soru	Kriter	Tamamen üstün	Çok Üstün	Üstün	Az Üstün	Eşit	Az Zayıf	Zayıf	Çok Zayıf	Tamamen Zayıf	Kriter
(1)	Tedarikçi							X			Ürün
(2)	Tedarikçi						X				Hizmet
(3)	Ürün				X						Hizmet

Tedarikçinin genel performansının alt kriterleri derecelendirilmek istendiğinde;

(4) *Tedarikçi firmanın finansal durumunu* ve *yönetimsel yaklaşım*⁴ kriterlerinin karşılaştırmasının önem derecesi nedir?

(5) *Tedarikçi firmanın finansal durumunu* ve *kalite sistem ve süreçleri* kriterlerinin karşılaştırmasının önem derecesi nedir?

(6) *Tedarikçi firmanın finansal durumunu* ve *tedarikçinin teknik ve ürün nitelikleri*⁵ kriterlerinin karşılaştırmasının önem derecesi nedir?

¹ Tedarikçinin genel performansı, alınan üründen bağımsız olarak tedarikçinin iş gücünü ölçümler.

² Ürünün genel performansı, tedarikçiden alınan ürünün önemli karakteristiklerini ve beklentileri karşılama gücünü ölçümler.

³ Hizmetlerin genel performansı, firmanın sağladığı hizmetlerle karlılığı artırma gücünü ve satış sonrası beklentileri karşılama gücünü gösterir.

⁴ Yönetimsel yaklaşım kriteri tedarikçi olarak düşünülen firma yöneticilerinin iletişim yetenekleri, işbirlikçi tutumu, güvenilirlik gibi özellikleridir.

⁵ Tedarikçinin teknik ve ürün nitelikleri, firmanın teknik bir problemi çözme yeteneği, ürün çeşitliliği, AR-GE altyapısı, kapasitesi ve teknik işgücü gibi özellikleridir.

- (7) Tedarikçi firmanın *finansal durumunu* ve *tedarikçinin esnekliği*⁶ kriterlerinin karşılaştırmasının önem derecesi nedir?
- (8) Tedarikçi firmanın *finansal durumunu* ve *tedarikçinin geçmiş dönemlerdeki performansı*⁷ kriterlerinin karşılaştırmasının önem derecesi nedir?
- (9) Tedarikçi firma *yönetimsel yaklaşım* ile firmanın uyguladığı *kalite sistemleri ve süreçlerinin* karşılaştırmasının önem derecesi nedir?
- (10) Tedarikçi firma *yönetimsel yaklaşım* ile firmanın *teknik / ürün nitelikleri* karşılaştırmasının önem derecesi nedir?
- (11) Tedarikçi firma *yönetimsel yaklaşım* ile firmanın *esnekliği* karşılaştırmasının önem derecesi nedir?
- (12) Tedarikçi firma *yönetimsel yaklaşım* ile firmanın *geçmiş dönemlerdeki performansı* karşılaştırmasının önem derecesi nedir?
- (13) Tedarikçi firmanın uyguladığı *kalite sistemleri ve süreçlerinin*, firmanın *teknik ve ürün nitelikleri* kriterlerinin karşılaştırılmasının önem derecesi nedir?
- (14) Tedarikçi firmanın uyguladığı *kalite sistemleri ve süreçlerinin*, firmanın *esnekliği* kriterlerinin karşılaştırılmasının önem derecesi nedir?
- (15) Tedarikçi firmanın uyguladığı *kalite sistemleri ve süreçlerinin*, firmanın *geçmiş dönemlerdeki performansı* kriterlerinin karşılaştırılmasının önem derecesi nedir?
- (16) Tedarikçi firmanın *teknik ve ürün niteliklerinin*, *tedarikçinin esnekliği* ile karşılaştırmasının önem derecesi nedir?
- (17) Tedarikçi firmanın *teknik ve ürün niteliklerinin*, *tedarikçinin geçmiş dönemlerdeki performansı* karşılaştırmasının önem derecesi nedir?
- (18) Tedarikçi firmanın *esnekliği* kriteri *tedarikçinin geçmiş dönemlerdeki performansı* ile karşılaştırmasının önem derecesi nedir?

⁶ Tedarikçinin esnekliği, sipariş miktarındaki değişimlere, ürün çeşitliliğindeki değişimlere ve yeniliklere cevap verme yeteneğidir.

⁷ Tedarikçinin önceki dönemlerdeki iş performansı, firmanın iş performansı, tepki süresi ve operasyonlarının performansı olarak nitelendirilebilir.

Tedarikçi Performansının Alt-kriterleri		Bir Alt - Kriterin Diğer Kriterlere Göre Öneminin Derecelendirmesi									
Soru	Alt-kriter	Tamamen Üstün	Çok Üstün	Üstün	Az Üstün	Eşit	Az Zayıf	Zayıf	Çok Zayıf	Tamamen Zayıf	Alt Kriter
(4)	Finansal Durum						X				Yönetim
(5)	Finansal Durum							X			Kalite
(6)	Finansal Durum						X				Nitelik
(7)	Finansal Durum					X					Esneklilik
(8)	Finansal Durum							X			Performans
(9)	Yönetim						X				Kalite
(10)	Yönetim				X						Nitelik
(11)	Yönetim				X						Esneklilik
(12)	Yönetim						X				Performans
(13)	Kalite			X							Nitelik
(14)	Kalite				X						Esneklilik
(15)	Kalite					X					Performans
(16)	Nitelik										Esneklilik
(17)	Nitelik						X				Performans
(18)	Esneklilik									X	Performans

Ürünün genel performansının alt kriterleri derecelendirilmek istendiğinde;

- (19) Ürün fiyatı ile sipariş maliyeti⁸ karşılaştırılmak istenirse hangisi daha önemlidir?
(20) Ürün fiyatı ile ürün kalitesi karşılaştırılmak istenirse hangisi daha önemlidir?
(21) Ürün fiyatı ile ödeme kolaylığı karşılaştırılmak istenirse hangisi daha önemlidir?
(22) Sipariş maliyeti ile ürün kalitesi karşılaştırılmak istenirse hangisi daha önemlidir?
(23) Sipariş maliyeti ile ödeme kolaylığı karşılaştırılmak istenirse hangisi daha önemlidir?
(24) Ürün kalitesi ile ödeme kolaylığı karşılaştırılmak istenirse hangisi daha önemlidir?

Ürün Performansının Alt-kriterleri		Bir Alt - Kriterin Diğer Kriterlere Göre Öneminin Derecelendirmesi									
Soru	Alt-Kriter	Tamamen Üstün	Çok Üstün	Üstün	Az Üstün	Eşit	Az Zayıf	Zayıf	Çok Zayıf	Tamamen Zayıf	Alt-Kriter
(19)	Ürün fiyatı				X						Sipariş Maliyeti
(20)	Ürün fiyatı					X					Ürün Kalitesi
(21)	Ürün fiyatı				X						Ödeme Kolaylığı
(22)	Sipariş Maliyeti							X			Ürün Kalitesi
(23)	Sipariş Maliyeti				X						Ödeme Kolaylığı
(24)	Ürün Kalitesi		X								Ödeme Kolaylığı

Sağlanan hizmetlerin genel performansının alt kriterleri derecelendirilmek istendiğinde;

- (25) Satış sonrası hizmetler ile firmanın profesyonelliği karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?
(26) Satış sonrası hizmetler ile teslimat hızı karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?
(27) Firmanın profesyonelliği ile teslimat hızı karşılaştırıldığında hangisi daha önemlidir?

⁸ Sipariş maliyeti, depolama, taşıma/nakliye gibi maliyet kalemlerinden oluşur.

Hizmet Performansının Alt-kriterleri		Bir Alt - Kriterin Diğer Kriteria Göre Öneminin Derecelendirmesi										
Soru	Alt Kriter	Tamamen üstün	Çok Üstün	Üstün	Az Üstün	Eşit	Az Zayıf	Zayıf	Çok Zayıf	Tamamen Zayıf	Alt Kriter	
(25)	Satış sonrası hizmet				X						Profesyonellik	
(26)	Satış sonrası hizmet						X				Teslimat Hızı	
(27)	Profesyonellik							X			Teslimat Hızı	

EK 2

TEDARİKÇİ ALTERNATİFLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI İÇİN HAZIRLANILAN ANKET FORMU

Tedarikçiler finansal durumları açısından karşılaştırılmak istendiğinde;

- (1) Tedarikçi A'nın Tedarikçi B'e göre derecelendirmesi nasıldır?
- (2) Tedarikçi A'nın Tedarikçi C'e göre derecelendirmesi nasıldır?
- (3) Tedarikçi B'nin Tedarikçi C'e göre derecelendirmesi nasıldır?

Finansal Durumlarına göre		Bir tedarikçinin alternatifine göre önem derecesi									
Soru	Tedarikçi	Tamamen üstün	Çok üstün	Üstün	Az Üstün	Eşit	Az Zayıf	Zayıf	Çok Zayıf	Tamamen Zayıf	
(1)	A				X						B
(2)	A		X								C
(3)	B			X							C

Tedarikçiler yönetsel yaklaşım açısından karşılaştırılmak istendiğinde;

- (4) Tedarikçi A'nın Tedarikçi B'e göre derecelendirmesi nasıldır?
- (5) Tedarikçi A'nın Tedarikçi C'e göre derecelendirmesi nasıldır?
- (6) Tedarikçi B'nin Tedarikçi C'e göre derecelendirmesi nasıldır?

Yönetsel yaklaşımına göre		Bir tedarikçinin alternatifine göre önem derecesi									
Soru	Tedarikçi	Tamamen üstün	Çok üstün	Üstün	Az Üstün	Eşit	Az Zayıf	Zayıf	Çok Zayıf	Tamamen Zayıf	
(4)	A				X						B
(5)	A		X								C
(6)	B			X							C

Tedarikçiler kalite sistemleri ve süreç yönetimi açısından karşılaştırılmak istendiğinde;

- (7) Tedarikçi A'nın Tedarikçi B'e göre derecelendirmesi nasıldır?
- (8) Tedarikçi A'nın Tedarikçi C'e göre derecelendirmesi nasıldır?
- (9) Tedarikçi B'nin Tedarikçi C'e göre derecelendirmesi nasıldır?

Kalite sistemleri ve süreç yönetimine göre		Bir tedarikçinin alternatifine göre önem derecesi									
Soru	Tedarikçi	Tamamen üstün	Çok üstün	Üstün	Az Üstün	Eşit	Az Zayıf	Zayıf	Çok Zayıf	Tamamen Zayıf	
(7)	A			X							B
(8)	A		X								C
(9)	B				X						C

Tedarikçiler teknik ve ürün nitelikleri açısından karşılaştırılmak istendiğinde;

- (10) Tedarikçi A'nın Tedarikçi B'e göre derecelendirmesi nasıldır?
(11) Tedarikçi A'nın Tedarikçi C'e göre derecelendirmesi nasıldır?
(12) Tedarikçi B'nin Tedarikçi C'e göre derecelendirmesi nasıldır?

Teknik ve ürün niteliklerine göre		Bir tedarikçinin alternatifine göre önem derecesi									
Soru	Tedarikçi	Tamamen üstün	Çok üstün	Üstün	Az Üstün	Eşit	Az Zayıf	Zayıf	Çok Zayıf	Tamamen Zayıf	
(10)	A				X						B
(11)	A		X								C
(12)	B			X							C

Tedarikçiler esneklik açısından karşılaştırılmak istendiğinde;

- (13) Tedarikçi A'nın Tedarikçi B'e göre derecelendirmesi nasıldır?
(14) Tedarikçi A'nın Tedarikçi C'e göre derecelendirmesi nasıldır?
(15) Tedarikçi B'nin Tedarikçi C'e göre derecelendirmesi nasıldır?

Esnekliklerine göre		Bir tedarikçinin alternatifine göre önem derecesi									
Soru	Tedarikçi	Tamamen üstün	Çok üstün	Üstün	Az Üstün	Eşit	Az Zayıf	Zayıf	Çok Zayıf	Tamamen Zayıf	
(13)	A			X							B
(14)	A		X								C
(15)	B				X						C

Tedarikçiler geçmiş dönemlerdeki performansları açısından karşılaştırılmak istendiğinde;

- (16) Tedarikçi A'nın Tedarikçi B'e göre derecelendirmesi nasıldır?
(17) Tedarikçi A'nın Tedarikçi C'e göre derecelendirmesi nasıldır?
(18) Tedarikçi B'nin Tedarikçi C'e göre derecelendirmesi nasıldır?

Geçmiş dönemlerdeki performansları göre		Bir tedarikçinin alternatifine göre önem derecesi									
Soru	Tedarikçi	Tamamen üstün	Çok üstün	Üstün	Az Üstün	Eşit	Az Zayıf	Zayıf	Çok Zayıf	Tamamen Zayıf	
(16)	A				X						B
(17)	A		X								C
(18)	B			X							C

Tedarikçiler tarafından verilen ürün fiyatı açısından karşılaştırılmak istendiğinde;

- (19) Tedarikçi A'nın Tedarikçi B'e göre derecelendirmesi nasıldır?
(20) Tedarikçi A'nın Tedarikçi C'e göre derecelendirmesi nasıldır?
(21) Tedarikçi B'nin Tedarikçi C'e göre derecelendirmesi nasıldır?

Ürün fiyatları açısından		Bir tedarikçinin alternatifine göre önem derecesi									
Soru	Tedarikçi	Tamamen üstün	Çok üstün	Üstün	Az Üstün	Eşit	Az Zayıf	Zayıf	Çok Zayıf	Tamamen Zayıf	
(19)	A						X				B
(20)	A				X						C
(21)	B			X							C

Tedarikçiler sipariş maliyetleri açısından karşılaştırılmak istendiğinde;

- (22) Tedarikçi A'nın Tedarikçi B'e göre derecelendirmesi nasıldır?
(23) Tedarikçi A'nın Tedarikçi C'e göre derecelendirmesi nasıldır?
(24) Tedarikçi B'nin Tedarikçi C'e göre derecelendirmesi nasıldır?

Sipariş maliyetleri açısından		Bir tedarikçinin alternatifine göre önem derecesi									
Soru	Tedarikçi	Tamamen üstün	Çok üstün	Üstün	Az Üstün	Eşit	Az Zayıf	Zayıf	Çok Zayıf	Tamamen Zayıf	
(22)	A			X							B
(23)	A				X						C
(24)	B						X				C

Tedarikçiler ürün kaliteleri açısından karşılaştırılmak istendiğinde;

- (25) Tedarikçi A'nın Tedarikçi B'e göre derecelendirmesi nasıldır?
(26) Tedarikçi A'nın Tedarikçi C'e göre derecelendirmesi nasıldır?
(27) Tedarikçi B'nin Tedarikçi C'e göre derecelendirmesi nasıldır?

Ürün kaliteleri açısından		Bir tedarikçinin alternatifine göre önem derecesi									
Soru	Tedarikçi	Tamamen üstün	Çok üstün	Üstün	Az Üstün	Eşit	Az Zayıf	Zayıf	Çok Zayıf	Tamamen Zayıf	
(25)	A				X						B
(26)	A			X							C
(27)	B				X						C

Tedarikçilerin sağladıkları ödeme kolaylığı açısından karşılaştırılmak istendiğinde;

- (28) Tedarikçi A'nın Tedarikçi B'e göre derecelendirmesi nasıldır?
(29) Tedarikçi A'nın Tedarikçi C'e göre derecelendirmesi nasıldır?
(30) Tedarikçi B'nin Tedarikçi C'e göre derecelendirmesi nasıldır?

Sağladıkları ödeme kolaylığı açısından		Bir tedarikçinin alternatifine göre önem derecesi									
Soru	Tedarikçi	Tamamen üstün	Çok üstün	Üstün	Az Üstün	Eşit	Az Zayıf	Zayıf	Çok Zayıf	Tamamen Zayıf	
(28)	A				X						B
(29)	A						X				C
(30)	B							X			C

Tedarikçiler satış sonrası hizmet açısından karşılaştırılmak istendiğinde;

- (31) Tedarikçi A'nın Tedarikçi B'e göre derecelendirmesi nasıldır?
(32) Tedarikçi A'nın Tedarikçi C'e göre derecelendirmesi nasıldır?
(33) Tedarikçi B'nin Tedarikçi C'e göre derecelendirmesi nasıldır?

Satış sonrası hizmet açısından		Bir tedarikçinin alternatifine göre önem derecesi									
Soru	Tedarikçi	Tamamen üstün	Çok üstün	Üstün	Az Üstün	Eşit	Az Zayıf	Zayıf	Çok Zayıf	Tamamen Zayıf	
(31)	A			X							B
(32)	A		X								C
(33)	B				X						C

Tedarikçiler profesyonellik açısından karşılaştırılmak istendiğinde;

- (34) Tedarikçi A'nın Tedarikçi B'e göre derecelendirmesi nasıldır?
(35) Tedarikçi A'nın Tedarikçi C'e göre derecelendirmesi nasıldır?
(36) Tedarikçi B'nin Tedarikçi C'e göre derecelendirmesi nasıldır?

Profesyonellik açısından		Bir tedarikçinin alternatifine göre önem derecesi									
Soru	Tedarikçi	Tamamen üstün	Çok üstün	Üstün	Az Üstün	Eşit	Az Zayıf	Zayıf	Çok Zayıf	Tamamen Zayıf	
(34)	A				X						B
(35)	A			X							C
(36)	B				X						C

Tedarikçiler teslimat hızları açısından karşılaştırılmak istendiğinde;

(37) Tedarikçi A'nın Tedarikçi B'e göre derecelendirmesi nasıldır?

(38) Tedarikçi A'nın Tedarikçi C'e göre derecelendirmesi nasıldır?

(39) Tedarikçi B'nin Tedarikçi C'e göre derecelendirmesi nasıldır?

Teslimat hızlarına göre		Bir tedarikçinin alternatifine göre önem derecesi									
Soru	Tedarikçi	Tamamen üstün	Çok üstün	Üstün	Az Üstün	Eşit	Az Zayıf	Zayıf	Çok Zayıf	Tamamen Zayıf	
(37)	A			X							B
(38)	A				X						C
(39)	B						X				C

EK 3

KRİTERLER VE ALTERNATİFLER İÇİN İKİLİ KARŞILAŞTIRMA MATRİSLERİ VE TUTARLILIK ORANLARI

Tablo E3.1 Ana Kriterlerin Öncelik Değerleri

Tedarikçi Seçimi	Tedarikçi	Ürün	Hizmet	Öncelik Değeri
Tedarikçi	1	1/5	1/3	0.1061
Ürün	5	1	3	0.6334
Hizmet	3	1/3	1	0.2605

$$\lambda_{max} = 3.006 \quad TG = 0.003 \quad TO = 0.005 < 0.10 \text{ Matris tutarlıdır.}$$

Tablo E3.2 Tedarikçi Performansı Ana Kriterlerinin Alt Kriterlerinin Öncelik Değerleri

Tedarikçi Ana Kriteri	F	Y	K	N	E	P	Öncelik Değeri
F	1	1/3	1/5	1/3	1	1/5	0.0527
Y	3	1	1/3	3	3	1/3	0.1556
K	5	3	1	5	3	1	0.3145
N	3	1/3	1/5	1	3	1/3	0.1081
E	1	1/3	1/3	1/3	1	1/5	0.0600
P	5	3	1	3	5	1	0.3091

$$\lambda_{max} = 6.3376 \quad TG = 0.067 \quad TO = 0.0544 < 0.10 \text{ Matris tutarlıdır.}$$

Tablo E3.3 Ürün Performansı Ana Kriterlerinin Alt Kriterlerinin Öncelik Değerleri

Ürün Ana Kriteri	Ür.F	Sip.M	Ür.K	Öd.K	Öncelik Değeri
Ür.F	1	3	1	3	0.3344
Sip.M	1/3	1	1/5	3	0.1329
Ür.K	1	5	1	7	0.4594
Öd.K	1/3	1/3	1/7	1	0.0733

$$\lambda_{max} = 4.1799 \quad TG = 0.0599 \quad TO = 0.067 < 0.10 \text{ Matris tutarlıdır.}$$

Tablo E3.4 Hizmet Performansı Ana Kriterlerinin Alt Kriterlerinin Öncelik Değerleri

Hizmet Ana Kriteri	SSH	Pr	Tes.H	Öncelik Değeri
SSH	1	3	1/3	0.2605
Pr	1/3	1	1/5	0.1061
Tes.H	3	5	1	0.6334

$$\lambda_{max} = 3.0390 \quad TG = 0.0195 \quad TO = 0.034 < 0.10 \text{ Matris tutarlıdır.}$$

Tablo E3.5 Finansal Durum Alt Kriteri için Tedarikçi Alternatiflerinin İkili Karşılaştırması

Finansal Durum	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C	Öncelik Değeri
Tedarikçi A	1	3	7	0.6434
Tedarikçi B	1/3	1	5	0.2828
Tedarikçi C	1/7	1/5	1	0.0738

$\lambda_{max} = 3.0657$ $TG = 0.0328$ $TO = 0.056 < 0.10$ Matris tutarlıdır.

Tablo E3.6 Yönetimsel Yaklaşım Alt Kriteri için Tedarikçi Alternatiflerinin İkili Karşılaştırması

Yönetimsel Yaklaşım	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C	Öncelik Değeri
Tedarikçi A	1	3	7	0.6434
Tedarikçi B	1/3	1	5	0.2828
Tedarikçi C	1/7	1/5	1	0.0738

$\lambda_{max} = 3.0657$ $TG = 0.0328$ $TO = 0.056 < 0.10$ Matris tutarlıdır.

Tablo E3.7 Kalite Sistem ve Süreçleri Alt Kriteri için Tedarikçi Alternatiflerinin İkili Karşılaştırması

Kalite Sistem ve Süreçleri	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C	Öncelik Değeri
Tedarikçi A	1	5	7	0.7235
Tedarikçi B	1/5	1	3	0.1932
Tedarikçi C	1/7	1/3	1	0.0833

$\lambda_{max} = 3.0657$ $TG = 0.0328$ $TO = 0.056 < 0.10$ Matris tutarlıdır.

Tablo E3.8 Teknik ve Ürün Nitelikleri Alt Kriteri için Tedarikçi Alternatiflerinin İkili Karşılaştırması

Teknik/Ürün Nitelikleri	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C	Öncelik Değeri
Tedarikçi A	1	3	7	0.6434
Tedarikçi B	1/3	1	5	0.2828
Tedarikçi C	1/7	1/5	1	0.0738

$\lambda_{max} = 3.0657$ $TG = 0.0328$ $TO = 0.056 < 0.10$ Matris tutarlıdır.

Tablo E3.9 Esneklik Alt Kriteri için Tedarikçi Alternatiflerinin İkili Karşılaştırması

Esneklik	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C	Öncelik Değeri
Tedarikçi A	1	5	7	0.7235
Tedarikçi B	1/5	1	3	0.1932
Tedarikçi C	1/7	1/3	1	0.0833

$\lambda_{max} = 3.0657$ $TG = 0.0328$ $TO = 0.056 < 0.10$ Matris tutarlıdır.

Tablo E3.10 Geçmiş Dönem Performansı Alt Kriteri için Tedarikçi Alternatiflerinin İkili Karşılaştırması

Geçmiş Dönem Performansı	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C	Öncelik Değeri
Tedarikçi A	1	3	7	0.6434
Tedarikçi B	1/3	1	5	0.2828
Tedarikçi C	1/7	1/5	1	0.0738

$\lambda_{max} = 3.0657$ $TG = 0.0328$ $TO = 0.056 < 0.10$ Matris tutarlıdır.

Tablo E3.11 Ürün Fiyatı Alt Kriteri için Tedarikçi Alternatiflerinin İkili Karşılaştırması

Ürün Fiyatı	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C	Öncelik Değeri
Tedarikçi A	1	1/3	3	0.2605
Tedarikçi B	3	1	5	0.6334
Tedarikçi C	1/3	1/5	1	0.1061

$\lambda_{max} = 3.00386$ $TG = 0.0193$ $TO = 0.03 < 0.10$ Matris tutarlıdır.

Tablo E3.12 Sipariş Maliyeti Alt Kriteri için Tedarikçi Alternatiflerinin İkili Karşılaştırması

Sipariş Maliyeti	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C	Öncelik Değeri
Tedarikçi A	1	5	3	0.6334
Tedarikçi B	1/5	1	1/3	0.1061
Tedarikçi C	1/3	3	1	0.2605

$\lambda_{max} = 3.00386$ $TG = 0.0193$ $TO = 0.03 < 0.10$ Matris tutarlıdır.

Tablo E3.13 Ürün Kalitesi Alt Kriteri için Tedarikçi Alternatiflerinin İkili Karşılaştırması

Ürün Kalitesi	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C	Öncelik Değeri
Tedarikçi A	1	3	5	0.6334
Tedarikçi B	1/3	1	3	0.2605
Tedarikçi C	1/5	1/3	1	0.1061

$\lambda_{max} = 3.034$ $TG = 0.017$ $TO = 0.029 < 0.10$ Matris tutarlıdır.

Tablo E3.14 Ödeme Kolaylığı Alt Kriteri için Tedarikçi Alternatiflerinin İkili Karşılaştırması

Ödeme Kolaylığı	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C	Öncelik Değeri
Tedarikçi A	1	3	1/3	0.2605
Tedarikçi B	1/3	1	1/5	0.1061
Tedarikçi C	3	5	1	0.6334

$\lambda_{max} = 3.00386$ $TG = 0.0193$ $TO = 0.03 < 0.10$ Matris tutarlıdır.

Tablo E3.15 Satış Sonrası Hizmet Alt Kriteri için Tedarikçi Alternatiflerinin İkili Karşılaştırması

Satış Sonrası Hizmet	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C	Öncelik Değeri
Tedarikçi A	1	5	7	0.7235
Tedarikçi B	1/5	1	3	0.1932
Tedarikçi C	1/7	1/3	1	0.0833

$\lambda_{max} = 3.0657$ $TG = 0.0328$ $TO = 0.056 < 0.10$ Matris tutarlıdır.

Tablo E3.16 Profesyonellik Alt Kriteri için Tedarikçi Alternatiflerinin İkili Karşılaştırması

Profesyonellik	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C	Öncelik Değeri
Tedarikçi A	1	3	5	0.6334
Tedarikçi B	1/3	1	3	0.2605
Tedarikçi C	1/5	1/3	1	0.1061

$\lambda_{max} = 3.034$ $TG = 0.017$ $TO = 0.029 < 0.10$ Matris tutarlıdır.

Tablo E3.17 Teslimat Hızı Alt Kriteri için Tedarikçi Alternatiflerinin İkili Karşılaştırması

Teslimat Hızı	Tedarikçi A	Tedarikçi B	Tedarikçi C	Öncelik Değeri
Tedarikçi A	1	5	3	0.6334
Tedarikçi B	1/5	1	1/3	0.1061
Tedarikçi C	1/3	3	1	0.2605

$\lambda_{max} = 3.00386$ $TG = 0.0193$ $TO = 0.03 < 0.10$ Matris tutarlıdır.

EK 4

KRİTERLER İÇİN ÜÇGEN BULANIK SAYILARDAN OLUŞAN KARŞILAŞTIRMA MATRİSLERİ

Tablo E4.1 Ana Kriterler için Üçgen Bulanık Sayılardan Oluşan Karşılaştırma Matrisi

Tedarikçi Seçimi	Tedarikçi	Ürün	Hizmet
Tedarikçi	(1,1,1)	(2/5,1/2,2/3)	(2/3,1,3/2)
Ürün	(3/2,2,5/2)	(1,1,1)	(2/3,1,3/2)
Hizmet	(2/3,1,3/2)	(2/3,1,3/2)	(1,1,1)

Tablo E4.2 Tedarikçi Performansı Alt Kriterleri için Üçgen Bulanık Sayılardan Oluşan Karşılaştırma Matrisi

Tedarikçi Ana Kriteri	F	Y	K	N	E	P
F	(1,1,1)	(2/3,1,3/2)	(2/5,1/2,2/3)	(2/3,1,3/2)	(1,1,1)	(2/5,1/2,2/3)
Y	(2/3,1,3/2)	(1,1,1)	(2/3,1,3/2)	(2/3,1,3/2)	(2/3,1,3/2)	(2/3,1,3/2)
K	(3/2,2,5/2)	(2/3,1,3/2)	(1,1,1)	(3/2,2,5/2)	(2/3,1,3/2)	(1,1,1)
N	(2/3,1,3/2)	(2/3,1,3/2)	(2/5,1/2,2/3)	(1,1,1)	(2/3,1,3/2)	(2/3,1,3/2)
E	(1,1,1)	(2/3,1,3/2)	(2/3,1,3/2)	(2/3,1,3/2)	(1,1,1)	(2/5,1/2,2/3)
P	(3/2,2,5/2)	(2/3,1,3/2)	(1,1,1)	(2/3,1,3/2)	(3/2,2,5/2)	(1,1,1)

Tablo E4.3 Üretim Performansı Alt Kriterleri için Üçgen Bulanık Sayılardan Oluşan Karşılaştırma Matrisi

Ürün Ana Kriteri	Ür.F	Sip.M	Ür.K	Öd.K
Ür.F	(1,1,1)	(2/3,1,3/2)	(1,1,1)	(2/3,1,3/2)
Sip.M	(2/3,1,3/2)	(1,1,1)	(2/5,1/2,2/3)	(2/3,1,3/2)
Ür.K	(1,1,1)	(3/2,2,5/2)	(1,1,1)	(5/2,3,7/2)
Öd.K	(2/3,1,3/2)	(2/3,1,3/2)	(2/7,1/3,2/5)	(1,1,1)

Tablo E4.4 Hizmet Performansı Alt Kriterleri için Üçgen Bulanık Sayılardan Oluşan Karşılaştırma Matrisi

Hizmet Ana Kriteri	SSH	Pr	Tes.H
SSH	(1,1,1)	(2/3,1,3/2)	(2/3,1,3/2)
Pr	(2/3,1,3/2)	(1,1,1)	(2/5,1/2,2/3)
Tes.H	(2/3,1,3/2)	(3/2,2,5/2)	(1,1,1)

EK 5

(1-4.5) SAYI ARALIKLARI KULLANILAN BULANIK AHP İLE KRİTER VE ALTERNATİFLERİN ÖNCELİK DEĞERİ HESAPLAMA ADIMLARI

Ana-Kriterler İçin Hesaplama Adımları

Adım 1: Formül 4.12 Bulanık sentetik derece değerleri hesaplanır.

$$S_{Tedarikçi} = (2.0667, 2.5, 3.1667) \otimes (7.5667, 9.5, 12.1667)^{-1} \\ = (0.1699, 0.2631, 0.4185)$$

$$S_{Ürün} = (3.1667, 4.5) \otimes (7.5667, 9.5, 12.1667)^{-1} = (0.2603, 0.4210, 0.6608)$$

$$S_{Hizmet} = (2.3333, 3.4) \otimes (7.5667, 9.5, 12.1667)^{-1} = (0.1918, 0.3158, 0.5286)$$

Adım 2: Formül 4.18 yardımıyla değerlerin birbirileri üzerindeki olası değerleri hesaplanır.

$$V(S_T \succeq S_{\dot{U}}) = \frac{(0.2603 - 0.4185)}{(0.2631 - 0.4185) - (0.4210 - 0.2603)} = 0.5005$$

$$V(S_T \succeq S_H) = \frac{(0.1918 - 0.4185)}{(0.2631 - 0.4185) - (0.3158 - 0.1918)} = 0.8114$$

$$V(S_{\dot{U}} \succeq S_T) = 1$$

$$V(S_{\dot{U}} \succeq S_H) = 1$$

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

$$V(S_H \succeq S_{\dot{U}}) = \frac{(0.2603 - 0.5286)}{(0.3158 - 0.5286) - (0.4210 - 0.2603)} = 0.7183$$

Adım 3: Formül 4.20 yardımıyla, kriterler için olası değerlerin minimumu seçilir.

$$V(S_T \succ S_{\dot{U}}, S_H) = d'(T) = \min(0.5005, 0.8114) = 0.5005$$

$$V(S_{\dot{U}} \succ S_T, S_H) = d'(\dot{U}) = \min(1, 1) = 1$$

$$V(S_H \succ S_T, S_{\dot{U}}) = d'(H) = \min(1, 0.7183) = 0.7183$$

Adım 4: Minimum değerlerin hesaplanmasıyla, W' ağırlık vektörü bulunur. Normalize edilerek W_C değeri hesaplanır.

$$W' = (0.5005, 1, 0.7183)$$

$$W_C = (0.2256, 0.4507, 0.3237)$$

Tedarikçi Performansı Kriterine Bağlı Alt Kriterlerin Öncelik Değerlerinin Hesaplama Adımları

Adım 1: Formül 4.12 Bulanık sentetik derece değerleri hesaplanır.

$$S_F = (4.1333, 5.6333) \otimes (29.6, 38, 49.6667)^{-1} = (0.0832, 0.1316, 0.2139)$$

$$S_Y = (4.1333, 6.85) \otimes (29.6, 38, 49.6667)^{-1} = (0.0872, 0.1579, 0.2872)$$

$$S_K = (6.3333, 8, 10) \otimes (29.6, 38, 49.6667)^{-1} = (0.1275, 0.2105, 0.3378)$$

$$S_N = (4.0667, 5.5, 7.6667) \otimes (29.6, 38, 49.6667)^{-1} = (0.0818, 0.1447, 0.2590)$$

$$S_E = (4.4, 5.5, 7.1667) \otimes (29.6, 38, 49.6667)^{-1} = (0.0886, 0.1447, 0.2421)$$

$$S_P = (6.3333, 8, 10) \otimes (29.6, 38, 49.6667)^{-1} = (0.1275, 0.2105, 0.3378)$$

Adım 2: Formül 4.18 yardımıyla değerlerin birbirileri üzerindeki olası değerleri hesaplanır.

$$V(S_F \succeq S_Y) = 0.8281 \quad V(S_K \succeq S_F) = 1 \quad V(S_E \succeq S_F) = 1$$

$$V(S_F \succeq S_K) = 0.5227 \quad V(S_K \succeq S_Y) = 1 \quad V(S_E \succeq S_Y) = 0.9215$$

$$V(S_F \succeq S_N) = 0.9097 \quad V(S_K \succeq S_N) = 1 \quad V(S_E \succeq S_K) = 0.6353$$

$$V(S_F \succeq S_E) = 0.9053 \quad V(S_K \succeq S_E) = 1 \quad V(S_E \succeq S_N) = 1$$

$$V(S_F \succeq S_P) = 0.5227 \quad V(S_K \succeq S_P) = 1 \quad V(S_E \succeq S_P) = 0.6353$$

$$V(S_Y \succeq S_F) = 1 \quad V(S_N \succeq S_F) = 1 \quad V(S_P \succeq S_F) = 1$$

$$V(S_Y \succeq S_K) = 0.7522 \quad V(S_N \succeq S_Y) = 0.9286 \quad V(S_P \succeq S_Y) = 1$$

$$V(S_Y \succeq S_N) = 1 \quad V(S_N \succeq S_K) = 0.6650 \quad V(S_P \succeq S_K) = 1$$

$$V(S_Y \geq S_E) = 1 \quad V(S_N \geq S_E) = 1 \quad V(S_P \geq S_N) = 1$$

$$V(S_Y \geq S_P) = 0.7522 \quad V(S_N \geq S_P) = 0.6650 \quad V(S_P \geq S_E) = 1$$

Adım 3: Formül 4.20 yardımıyla, kriterler için olası değerlerin minimumu seçilir.

$$\begin{aligned} V(S_F > S_Y, S_E, S_N, S_E, S_P) &= d'(F) \\ &= \min(0.8281, 0.5227, 0.9097, 0.9053, 0.5227) = 0.5227 \end{aligned}$$

$$V(S_Y > S_F, S_E, S_N, S_E, S_P) = d'(Y) = \min(1, 0.7522, 1, 1, 0.7522) = 0.7522$$

$$V(S_K > S_F, S_Y, S_N, S_E, S_P) = d'(K) = \min(1, 1, 1, 1, 1) = 1$$

$$V(S_N > S_F, S_Y, S_K, S_E, S_P) = d'(N) = \min(1, 0.9286, 0.6650, 1, 0.6650) = 0.6650$$

$$V(S_E > S_F, S_Y, S_K, S_N, S_P) = d'(E) = \min(1, 0.9215, 0.6353, 1, 0.6353) = 0.6353$$

$$V(S_P > S_F, S_Y, S_K, S_N, S_E) = d'(P) = \min(1, 1, 1, 1, 1) = 1$$

Adım 4: Minimum değerlerin hesaplanmasıyla, W' ağırlık vektörü bulunur. Normalize edilerek W_G değeri hesaplanır.

$$W' = (0.5227, 0.7522, 1, 0.6650, 0.6353, 1)$$

$$W_G = (0.1142, 0.1644, 0.2186, 0.1453, 0.1389, 0.2186)$$

Ürün Performansı Kriterine Bağlı Alt Kriterlerin Öncelik Değerlerinin Hesaplama Adımları

Adım 1: Formül 4.12Bulanık sentetik derece değerleri hesaplanır.

$$S_{\text{Ür.F}} = (3.3333, 4, 5) \otimes (14, 6857, 17.8333, 22.0667)^{-1} = (0.1510, 0.2243, 0.3405)$$

$$\begin{aligned} S_{\text{StpM}} &= (2.7333, 3.5, 4.6667) \otimes (14, 6857, 17.8333, 22.0667)^{-1} \\ &= (0.1239, 0.1963, 0.3118) \end{aligned}$$

$$S_{\text{Ür.K}} = (6, 7, 8) \otimes (14, 6857, 17.8333, 22.0667)^{-1} = (0.2719, 0.3925, 0.5447)$$

$$\begin{aligned} S_{\text{Öd.K}} &= (2.6191, 3.3333, 4.4) \otimes (14, 6857, 17.8333, 22.0667)^{-1} \\ &= (0.1190, 0.1869, 0.2996) \end{aligned}$$

Adım 2: Formül 4.18 yardımıyla değerlerin birbirileri üzerindeki olası değerleri hesaplanır.

$$\begin{aligned}
 V(S_{\dot{U}r.F} \geq S_{Sip.M}) &= 1 & V(S_{\dot{U}r.K} \geq S_{\dot{U}r.F}) &= 1 \\
 V(S_{\dot{U}r.F} \geq S_{\dot{U}r.K}) &= 0.2897 & V(S_{\dot{U}r.K} \geq S_{Sip.M}) &= 1 \\
 V(S_{\dot{U}r.F} \geq S_{\ddot{O}d.K}) &= 1 & V(S_{\dot{U}r.K} \geq S_{\ddot{O}d.K}) &= 1 \\
 V(S_{Sip.M} \geq S_{\dot{U}r.F}) &= 0.8517 & V(S_{\ddot{O}d.K} \geq S_{\dot{U}r.F}) &= 0.7989 \\
 V(S_{Sip.M} \geq S_{\dot{U}r.K}) &= 0.1690 & V(S_{\ddot{O}d.K} \geq S_{Sip.M}) &= 0.9492 \\
 V(S_{Sip.M} \geq S_{\ddot{O}d.K}) &= 1 & V(S_{\ddot{O}d.K} \geq S_{\dot{U}r.K}) &= 0.1187
 \end{aligned}$$

Adım 3: Formül 4.20 yardımıyla, kriterler için olası değerlerin minimumu seçilir.

$$\begin{aligned}
 V(S_{\dot{U}r.F} > S_{Sip.M}, S_{\dot{U}r.K}, S_{\ddot{O}d.K}) &= d'(\dot{U}r.F) = \min(1, 0.2897, 1) = 0.2897 \\
 V(S_{Sip.M} > S_{\dot{U}r.F}, S_{\dot{U}r.K}, S_{\ddot{O}d.K}) &= d'(Sip.M) = \min(0.8517, 0.1990, 1) = 0.1990 \\
 V(S_{\dot{U}r.K} > S_{\dot{U}r.F}, S_{Sip.M}, S_{\ddot{O}d.K}) &= d'(\dot{U}r.K) = \min(1, 1, 1) = 1 \\
 V(S_{\ddot{O}d.K} > S_{\dot{U}r.F}, S_{Sip.M}, S_{\dot{U}r.K}) &= d'(\ddot{O}d.K) \\
 &= \min(0.7989, 0.9492, 0.1187) = 0.1187
 \end{aligned}$$

Adım 4: Minimum değerlerin hesaplanmasıyla, W' ağırlık vektörü bulunur. Normalize edilerek W_G değeri hesaplanır.

$$\begin{aligned}
 W' &= (0.2897, 0.1990, 1, 0.1187) \\
 W_G &= (0.1802, 0.1238, 0.6221, 0.0738)
 \end{aligned}$$

Hizmet Performansı Kriterine Bağlı Alt Kriterlerin Öncelik Değerlerinin Hesaplama Adımları

Adım 1: Formül 4.12 Bulanık sentetik derece değerleri hesaplanır.

$$\begin{aligned}
 S_{SSH} &= (2.3333, 3, 4) \otimes (7.5667, 9.5, 12.1667)^{-1} = (0.1918, 0.3158, 0.5286) \\
 S_{Pr} &= (2.0667, 2.5, 3.1667) \otimes (7.5667, 9.5, 12.1667)^{-1} = (0.1699, 0.2632, 0.4185)
 \end{aligned}$$

$$S_{TSSH} = (3.1667, 4, 5) \otimes (7.5667, 9.5, 12.1667)^{-1} = (0.2603, 0.4210, 0.6608)$$

Adım 2: Formül 4.18 yardımıyla değerlerin birbirileri üzerindeki olası değerleri hesaplanır.

$$V(S_{SSH} \geq S_{Pr}) = 1 \quad V(S_{TSSH} \geq S_{SSH}) = 1$$

$$V(S_{SSH} \geq S_{TSSH}) = 0.7183 \quad V(S_{TSSH} \geq S_{Pr}) = 1$$

$$V(S_{Pr} \geq S_{SSH}) = 0.8117$$

$$V(S_{Pr} \geq S_{TSSH}) = 0.5006$$

Adım 3: Formül 4.20 yardımıyla, kriterler için olası değerlerin minimumu seçilir.

$$V(S_{SSH} > S_{Pr}, S_{TSSH}) = d'(SSH) = \min(1, 0.7183) = 0.7183$$

$$V(S_{Pr} > S_{SSH}, S_{TSSH}) = d'(Pr) = \min(0.8117, 0.5006) = 0.5006$$

$$V(S_{TSSH} > S_{SSH}, S_{Pr}) = d'(H) = \min(1, 1) = 1$$

Adım 4: Minimum değerlerin hesaplanmasıyla, W' ağırlık vektörü bulunur. Normalize edilerek W_G değeri hesaplanır.

$$W' = (0.7183, 0.5006, 1)$$

$$W_G = (0.3237, 0.2256, 0.4507)$$

Finansal Durum Alt-Kriteri için Tedarikçi Alternatiflerinin Öncelik Değerleri

Adım 1: Formül 4.12 Bulanık sentetik derece değerleri hesaplanır.

$$S_A = (4, 1667, 5, 6) \otimes (9.0191, 10.8333, 13.0667)^{-1} = (0.3189, 0.4615, 0.6653)$$

$$S_B = (3.1667, 4, 5) \otimes (9.0191, 10.8333, 13.0667)^{-1} = (0.2423, 0.3692, 0.5544)$$

$$S_C = (1.6857, 1.8333, 2.0667) \otimes (9.0191, 10.8333, 13.0667)^{-1} \\ = (0.129, 0.1692, 0.2291)$$

Adım 2: Formül 4.18 yardımıyla değerlerin birbirileri üzerindeki olası değerleri hesaplanır.

$$V(S_A \succeq S_B) = 1$$

$$V(S_A \succeq S_C) = 1$$

$$V(S_B \succeq S_A) = 0.7184$$

$$V(S_B \succeq S_C) = 1$$

$$V(S_C \succeq S_A) = 0$$

$$V(S_C \succeq S_B) = 0$$

Adım 3: Formül 4.20 yardımıyla, kriterler için olası değerlerin minimumu seçilir.

$$V(S_A \succ S_B, S_C) = d'(A) = \min(1,1) = 1$$

$$V(S_B \succ S_A, S_C) = d'(B) = \min(0.7184,1) = 0.7184$$

$$V(S_C \succ S_A, S_B) = d'(C) = \min(0,0) = 0$$

Adım 4: Minimum değerlerin hesaplanmasıyla, W' ağırlık vektörü bulunur. Normalize edilerek W_G değeri hesaplanır.

$$W' = (1,0.7184,0)$$

$$W_G = (0.5819,0.4181,0)$$

Yönetimsel Yaklaşım Alt-Kriteri için Tedarikçi Alternatiflerinin Öncelik Değerleri

Adım 1: Formül 4.12 Bulanık sentetik derece değerleri hesaplanır.

$$S_A = (4,1667,5,6) \otimes (9.0191,10.8333,13.0667)^{-1} = (0.3189,0.4615,0.6653)$$

$$S_B = (3.1667,4,5) \otimes (9.0191,10.8333,13.0667)^{-1} = (0.2423,0.3692,0.5544)$$

$$S_C = (1.6857,1.8333,2.0667) \otimes (9.0191,10.8333,13.0667)^{-1} \\ = (0.129,0.1692,0.2291)$$

Adım 2: Formül 4.18 yardımıyla değerlerin birbirileri üzerindeki olası değerleri hesaplanır.

$$V(S_A \succeq S_B) = 1$$

$$V(S_A \succeq S_C) = 1$$

$$V(S_B \succeq S_A) = 0.7184$$

$$V(S_B \succeq S_C) = 1$$

$$V(S_C \succeq S_A) = 0$$

$$V(S_C \succeq S_B) = 0$$

Adım 3: Formül 4.20 yardımıyla, kriterler için olası değerlerin minimumu seçilir.

$$V(S_A > S_B, S_C) = d'(A) = \min(1,1) = 1$$

$$V(S_B > S_A, S_C) = d'(B) = \min(0.7184,1) = 0.7184$$

$$V(S_C > S_A, S_B) = d'(C) = \min(0,0) = 0$$

Adım 4: Minimum değerlerin hesaplanmasıyla, W' ağırlık vektörü bulunur. Normalize edilerek W_G değeri hesaplanır.

$$W' = (1,0.7184,0)$$

$$W_G = (0.5819,0.4181,0)$$

Kalite Sistem ve Süreçleri Alt-Kriteri için Tedarikçi Alternatiflerinin Öncelik Değerleri

Adım 1: Formül 4.12 Bulanık sentetik derece değerleri hesaplanır.

$$S_A = (5,6,7) \otimes (9.091,10.8333,13.0667)^{-1} = (0.3826,0.5538,0.7761)$$

$$S_B = (2.0667,2.5,3.16167) \otimes (9.091,10.8333,13.0667)^{-1} \\ = (0.1582,0.2308,0.3511)$$

$$S_C = (1.9524,2.3333,2.9) \otimes (9.091,10.8333,13.0667)^{-1} \\ = (0.1494,0.2154,0.3215)$$

Adım 2: Formül 4.18 yardımıyla değerlerin birbirileri üzerindeki olası değerleri hesaplanır.

$$V(S_A \succeq S_B) = 1$$

$$V(S_A \succeq S_C) = 1$$

$$V(S_B \succeq S_A) = 0$$

$$V(S_B \succeq S_C) = 0$$

$$V(S_C \succeq S_A) = 0$$

$$V(S_C \succeq S_B) = 0.9138$$

Adım 3: Formül 4.20 yardımıyla, kriterler için olası değerlerin minimumu seçilir.

$$V(S_A \succ S_B, S_C) = d'(A) = \min(1,1) = 1$$

$$V(S_B \succ S_A, S_C) = d'(B) = \min(0,0) = 0$$

$$V(S_C \succ S_A, S_B) = d'(C) = \min(0,0.9138) = 0$$

Adım 4: Minimum değerlerin hesaplanmasıyla, W' ağırlık vektörü bulunur. Normalize edilerek W_G değeri hesaplanır.

$$W' = (1,0,0)$$

$$W_G = (1,0,0)$$

Teknik ve Ürün Nitelikleri Alt-Kriteri için Tedarikçi Alternatiflerinin Öncelik Değerleri

Adım 1: Formül 4.12 Bulanık sentetik derece değerleri hesaplanır.

$$S_A = (4,1667,5,6) \otimes (9.0191,10.8333,13.0667)^{-1} = (0.3189,0.4615,0.6653)$$

$$S_B = (3.1667,4,5) \otimes (9.0191,10.8333,13.0667)^{-1} = (0.2423,0.3692,0.5544)$$

$$S_C = (1.6857,1.8333,2.0667) \otimes (9.0191,10.8333,13.0667)^{-1} \\ = (0.129,0.1692,0.2291)$$

Adım 2: Formül 4.18 yardımıyla değerlerin birbirileri üzerindeki olası değerleri hesaplanır.

$$V(S_A \succeq S_B) = 1$$

$$V(S_A \succeq S_C) = 1$$

$$V(S_B \succeq S_A) = 0.7184$$

$$V(S_B \succeq S_C) = 1$$

$$V(S_C \succeq S_A) = 0$$

$$V(S_C \succeq S_B) = 0$$

Adım 3: Formül 4.20 yardımıyla, kriterler için olası değerlerin minimumu seçilir.

$$V(S_A \succ S_B, S_C) = d'(A) = \min(1,1) = 1$$

$$V(S_B \succ S_A, S_C) = d'(B) = \min(0.7184,1) = 0.7184$$

$$V(S_C \succ S_A, S_B) = d'(C) = \min(0,0) = 0$$

Adım 4: Minimum değerlerin hesaplanmasıyla, W' ağırlık vektörü bulunur. Normalize edilerek W_G değeri hesaplanır.

$$W' = (1,0.7184,0)$$

$$W_G = (0.5819,0.4181,0)$$

Esneklik Alt-Kriteri için Tedarikçi Alternatiflerinin Öncelik Değerleri

Adım 1: Formül 4.12 Bulanık sentetik derece değerleri hesaplanır.

$$S_A = (5,6,7) \otimes (9.091,10.8333,13.0667)^{-1} = (0.3826,0.5538,0.7761)$$

$$S_B = (2.0667,2.5,3.16167) \otimes (9.091,10.8333,13.0667)^{-1} \\ = (0.1582,0.2308,0.3511)$$

$$S_C = (1.9524,2.3333,2.9) \otimes (9.091,10.8333,13.0667)^{-1} \\ = (0.1494,0.2154,0.3215)$$

Adım 2: Formül 4.18 yardımıyla değerlerin birbirileri üzerindeki olası değerleri hesaplanır.

$$V(S_A \succeq S_B) = 1$$

$$V(S_A \succeq S_C) = 1$$

$$V(S_B \succeq S_A) = 0$$

$$V(S_B \succeq S_C) = 0$$

$$V(S_C \succeq S_A) = 0$$

$$V(S_C \succeq S_B) = 0.9138$$

Adım 3: Formül 4.20 yardımıyla, kriterler için olası değerlerin minimumu seçilir.

$$V(S_A \succ S_B, S_C) = d'(A) = \min(1,1) = 1$$

$$V(S_B \succ S_A, S_C) = d'(B) = \min(0,0) = 0$$

$$V(S_C \succ S_A, S_B) = d'(C) = \min(0,0.9138) = 0$$

Adım 4: Minimum değerlerin hesaplanmasıyla, W' ağırlık vektörü bulunur. Normalize edilerek W_G değeri hesaplanır.

$$W' = (1,0,0)$$

$$W_G = (1,0,0)$$

Geçmiş Dönem Performansı Alt-Kriteri için Tedarikçi Alternatiflerinin Öncelik Değerleri

Adım 1: Formül 4.12 Bulanık sentetik derece değerleri hesaplanır.

$$S_A = (4,1667,5,6) \otimes (9.0191,10.8333,13.0667)^{-1} = (0.3189,0.4615,0.6653)$$

$$S_B = (3.1667,4,5) \otimes (9.0191,10.8333,13.0667)^{-1} = (0.2423,0.3692,0.5544)$$

$$S_C = (1.6857,1.8333,2.0667) \otimes (9.0191,10.8333,13.0667)^{-1} \\ = (0.129,0.1692,0.2291)$$

Adım 2: Formül 4.18 yardımıyla değerlerin birbirileri üzerindeki olası değerleri hesaplanır.

$$V(S_A \succeq S_B) = 1$$

$$V(S_A \succeq S_C) = 1$$

$$V(S_B \succeq S_A) = 0.7184$$

$$V(S_B \succeq S_C) = 1$$

$$V(S_C \succeq S_A) = 0$$

$$V(S_C \succeq S_B) = 0$$

Adım 3: Formül 4.20 yardımıyla, kriterler için olası değerlerin minimumu seçilir.

$$V(S_A > S_B, S_C) = d'(A) = \min(1,1) = 1$$

$$V(S_B > S_A, S_C) = d'(B) = \min(0.7184,1) = 0.7184$$

$$V(S_C > S_A, S_B) = d'(C) = \min(0,0) = 0$$

Adım 4: Minimum değerlerin hesaplanmasıyla, W' ağırlık vektörü bulunur. Normalize edilerek W_G değeri hesaplanır.

$$W' = (1,0.7184,0)$$

$$W_G = (0.5819,0.4181,0)$$

Ürün Fiyatı Alt-Kriteri için Tedarikçi Alternatiflerinin Öncelik Değerleri

Adım 1: Formül 4.12 Bulanık sentetik derece değerleri hesaplanır.

$$S_A = (2.0667,2.5,3.1667) \otimes (8.1334,10,12.3334)^{-1} = (0.1676,0.25,0.3893)$$

$$S_B = (4,5,6) \otimes (8.1334,10,12.3334)^{-1} = (0.3243,0.5,0.7377)$$

$$S_C = (2.0667,2.5,3.1667) \otimes (8.1334,10,12.3334)^{-1} = (0.1676,0.25,0.3893)$$

Adım 2: Formül 4.18 yardımıyla değerlerin birbirileri üzerindeki olası değerleri hesaplanır.

$$V(S_A \succeq S_B) = 0.2063$$

$$V(S_A \succeq S_C) = 1$$

$$V(S_B \succeq S_A) = 1$$

$$V(S_B \succeq S_C) = 1$$

$$V(S_C \succeq S_A) = 1$$

$$V(S_C \succeq S_B) = 0.2063$$

Adım 3: Formül 4.20 yardımıyla, kriterler için olası değerlerin minimumu seçilir.

$$V(S_A \succ S_B, S_C) = d'(A) = \min(0.2063, 1) = 0.2063$$

$$V(S_B \succ S_A, S_C) = d'(B) = \min(1, 1) = 1$$

$$V(S_C \succ S_A, S_B) = d'(C) = \min(1, 0.2063) = 0.2063$$

Adım 4: Minimum değerlerin hesaplanmasıyla, W' ağırlık vektörü bulunur. Normalize edilerek W_G değeri hesaplanır.

$$W' = (0.2063, 1, 0.2063)$$

$$W_G = (0.1460, 0.7080, 0.1460)$$

Sipariş Maliyeti Alt-Kriteri için Tedarikçi Alternatiflerinin Öncelik Değerleri

Adım 1: Formül 4.12 Bulanık sentetik derece değerleri hesaplanır.

$$S_A = (3.1667, 4, 5) \otimes (7.5667, 9.5, 12.1667)^{-1} = (0.2603, 0.4210, 0.6608)$$

$$S_B = (2.0667, 2.5, 3.1667) \otimes (7.5667, 9.5, 12.1667)^{-1} = (0.1699, 0.2632, 0.4185)$$

$$S_C = (2.3333, 3, 4) \otimes (7.5667, 9.5, 12.1667)^{-1} = (0.1918, 0.3158, 0.5286)$$

Adım 2: Formül 4.18 yardımıyla değerlerin birbirileri üzerindeki olası değerleri hesaplanır.

$$V(S_A \succeq S_B) = 1$$

$$V(S_A \succeq S_C) = 1$$

$$V(S_B \succeq S_A) = 0.5006$$

$$V(S_B \succeq S_C) = 0.8117$$

$$V(S_C \succeq S_A) = 1$$

$$V(S_C \succeq S_B) = 0.7183$$

Adım 3: Formül 4.20 yardımıyla, kriterler için olası değerlerin minimumu seçilir.

$$V(S_A > S_B, S_C) = d'(A) = \min(1,1) = 1$$

$$V(S_B > S_A, S_C) = d'(B) = \min(0.5006, 0.8117) = 0.5006$$

$$V(S_C > S_A, S_B) = d'(C) = \min(1, 0.7183) = 0.7183$$

Adım 4: Minimum değerlerin hesaplanmasıyla, W' ağırlık vektörü bulunur. Normalize edilerek W_G değeri hesaplanır.

$$W' = (1, 0.5006, 0.7183)$$

$$W_G = (0.4507, 0.2256, 0.3237)$$

Ürün Kalitesi Alt-Kriteri için Tedarikçi Alternatiflerinin Öncelik Değerleri

Adım 1: Formül 4.12 Bulanık sentetik derece değerleri hesaplanır.

$$S_A = (3.1667, 4, 5) \otimes (7.5667, 9.5, 12.1667)^{-1} = (0.2603, 0.4210, 0.6608)$$

$$S_B = (2.3333, 3, 4) \otimes (7.5667, 9.5, 12.1667)^{-1} = (0.1918, 0.3158, 0.5286)$$

$$S_C = (2.0667, 2.5, 3.1667) \otimes (7.5667, 9.5, 12.1667)^{-1} = (0.1699, 0.2632, 0.4185)$$

Adım 2: Formül 4.18 yardımıyla değerlerin birbirileri üzerindeki olası değerleri hesaplanır.

$$V(S_A \succeq S_B) = 1$$

$$V(S_A \succeq S_C) = 1$$

$$V(S_B \succeq S_A) = 0.7183$$

$$V(S_B \succeq S_C) = 1$$

$$V(S_C \succeq S_A) = 0.5006$$

$$V(S_C \succeq S_B) = 0.8117$$

Adım 3: Formül 4.20 yardımıyla, kriterler için olası değerlerin minimumu seçilir.

$$V(S_A > S_B, S_C) = d'(A) = \min(1,1) = 1$$

$$V(S_B > S_A, S_C) = d'(B) = \min(0.7183,1) = 0.7183$$

$$V(S_C > S_A, S_B) = d'(C) = \min(0.5006,0.8117) = 0.5006$$

Adım 4: Minimum değerlerin hesaplanmasıyla, W' ağırlık vektörü bulunur. Normalize edilerek W_G değeri hesaplanır.

$$W' = (1,0.7183,0.5006)$$

$$W_G = (0.4507,0.3237,0.2256)$$

Ödeme Kolaylığı Alt-Kriteri için Tedarikçi Alternatiflerinin Öncelik Değerleri

Adım 1: Formül 4.12 Bulanık sentetik derece değerleri hesaplanır.

$$S_A = (2.3333,3,4) \otimes (7.5667,9.5,12.1667)^{-1} = (0.1918,0.3158,0.5286)$$

$$S_B = (2.0667,2.5,3.1667) \otimes (7.5667,9.5,12.1667)^{-1} = (0.1699,0.2632,0.4185)$$

$$S_C = (3.1667,4,5) \otimes (7.5667,9.5,12.1667)^{-1} = (0.2603,0.4210,0.6608)$$

Adım 2: Formül 4.18 yardımıyla değerlerin birbirileri üzerindeki olası değerleri hesaplanır.

$$V(S_A \succeq S_B) = 1$$

$$V(S_A \succeq S_C) = 0.30$$

$$V(S_B \succeq S_A) = 0.8117$$

$$V(S_B \succeq S_C) = 0.5006$$

$$V(S_C \succeq S_A) = 1$$

$$V(S_C \succeq S_B) = 1$$

Adım 3: Formül 4.20 yardımıyla, kriterler için olası değerlerin minimumu seçilir.

$$V(S_A > S_B, S_C) = d'(A) = \min(1, 0.30) = 0.30$$

$$V(S_B > S_A, S_C) = d'(B) = \min(0.8117, 0.5006) = 0.5006$$

$$V(S_C > S_A, S_B) = d'(C) = \min(1, 1) = 1$$

Adım 4: Minimum değerlerin hesaplanmasıyla, W' ağırlık vektörü bulunur. Normalize edilerek W_G değeri hesaplanır.

$$W' = (0.30, 0.5006, 1)$$

$$W_G = (0.1666, 0.2780, 0.5554)$$

Satış Sonrası Hizmet Alt-Kriteri için Tedarikçi Alternatiflerinin Öncelik Değerleri

Adım 1: Formül 4.12 Bulanık sentetik derece değerleri hesaplanır.

$$S_A = (5, 6, 7) \otimes (9.091, 10.8333, 13.0667)^{-1} = (0.3826, 0.5538, 0.7761)$$

$$S_B = (2.0667, 2.5, 3.16167) \otimes (9.091, 10.8333, 13.0667)^{-1} \\ = (0.1582, 0.2308, 0.3511)$$

$$S_C = (1.9524, 2.3333, 2.9) \otimes (9.091, 10.8333, 13.0667)^{-1} \\ = (0.1494, 0.2154, 0.3215)$$

Adım 2: Formül 4.18 yardımıyla değerlerin birbirileri üzerindeki olası değerleri hesaplanır.

$$V(S_A \succeq S_B) = 1$$

$$V(S_A \succeq S_C) = 1$$

$$V(S_B \succeq S_A) = 0$$

$$V(S_B \succeq S_C) = 0$$

$$V(S_C \succeq S_A) = 0$$

$$V(S_C \succeq S_B) = 0.9138$$

Adım 3: Formül 4.20 yardımıyla, kriterler için olası değerlerin minimumu seçilir.

$$V(S_A \succ S_B, S_C) = d'(A) = \min(1,1) = 1$$

$$V(S_B \succ S_A, S_C) = d'(B) = \min(0,0) = 0$$

$$V(S_C \succ S_A, S_B) = d'(C) = \min(0,0.9138) = 0$$

Adım 4: Minimum değerlerin hesaplanmasıyla, W^r ağırlık vektörü bulunur. Normalize edilerek W_G değeri hesaplanır.

$$W^r = (1,0,0)$$

$$W_G = (1,0,0)$$

Profesyonellik Alt-Kriteri için Tedarikçi Alternatiflerinin Öncelik Değerleri

Adım 1: Formül 4.12 Bulanık sentetik derece değerleri hesaplanır.

$$S_A = (3.1667,4,5) \otimes (7.5667,9.5,12.1667)^{-1} = (0.2603,0.4210,0.6608)$$

$$S_B = (2.3333,3,4) \otimes (7.5667,9.5,12.1667)^{-1} = (0.1918,0.3158,0.5286)$$

$$S_C = (2.0667,2.5,3.1667) \otimes (7.5667,9.5,12.1667)^{-1} = (0.1699,0.2632,0.4185)$$

Adım 2: Formül 4.18 yardımıyla değerlerin birbirileri üzerindeki olası değerleri hesaplanır.

$$V(S_A \succeq S_B) = 1$$

$$V(S_A \succeq S_C) = 1$$

$$V(S_B \succeq S_A) = 0.7183$$

$$V(S_B \succeq S_C) = 1$$

$$V(S_C \succeq S_A) = 0.5006$$

$$V(S_C \succeq S_B) = 0.8117$$

Adım 3: Formül 4.20 yardımıyla, kriterler için olası değerlerin minimumu seçilir.

$$V(S_A > S_B, S_C) = d'(A) = \min(1,1) = 1$$

$$V(S_B > S_A, S_C) = d'(B) = \min(0.7183,1) = 0.7183$$

$$V(S_C > S_A, S_B) = d'(C) = \min(0.5006,0.8117) = 0.5006$$

Adım 4: Minimum değerlerin hesaplanmasıyla, W' ağırlık vektörü bulunur. Normalize edilerek W_G değeri hesaplanır.

$$W' = (1,0.7183,0.5006)$$

$$W_G = (0.4507,0.3237,0.2256)$$

Teslimat Hızı Alt-Kriteri için Tedarikçi Alternatiflerinin Öncelik Değerleri

Adım 1: Formül 4.12 Bulanık sentetik derece değerleri hesaplanır.

$$S_A = (3.1667,4,5) \otimes (7.5667,9.5,12.1667)^{-1} = (0.2603,0.4210,0.6608)$$

$$S_B = (2.0667,2.5,3.1667) \otimes (7.5667,9.5,12.1667)^{-1} = (0.1699,0.2632,0.4185)$$

$$S_C = (2.3333,3,4) \otimes (7.5667,9.5,12.1667)^{-1} = (0.1918,0.3158,0.5286)$$

Adım 2: Formül 4.18 yardımıyla değerlerin birbirileri üzerindeki olası değerleri hesaplanır.

$$V(S_A \succeq S_B) = 1$$

$$V(S_A \succeq S_C) = 1$$

$$V(S_B \succeq S_A) = 0.5006$$

$$V(S_B \succeq S_C) = 0.8117$$

$$V(S_C \succeq S_A) = 1$$

$$V(S_C \succeq S_B) = 0.7183$$

Adım 3: Formül 4.20 yardımıyla, kriterler için olası değerlerin minimumu seçilir.

$$V(S_A > S_B, S_C) = d'(A) = \min(1,1) = 1$$

$$V(S_B > S_A, S_C) = d'(B) = \min(0.5006, 0.8117) = 0.5006$$

$$V(S_C > S_A, S_B) = d'(C) = \min(1, 0.7183) = 0.7183$$

Adım 4: Minimum değerlerin hesaplanmasıyla, W' ağırlık vektörü bulunur. Normalize edilerek W_G değeri hesaplanır.

$$W' = (1, 0.5006, 0.7183)$$

$$W_G = (0.4507, 0.2256, 0.3237)$$

EK 6

KRİTERLER İÇİN DARALTILMIŞ ÜÇGEN BULANIK SAYILARDAN OLUŞAN KARŞILAŞTIRMA MATRİSLERİ

Tablo E6.1 Ana Kriterler için Daraltılmış Üçgen Bulanık Sayılardan Oluşan Karşılaştırma Matrisi

Tedarikçi Seçimi	Tedarikçi	Ürün	Hizmet
Tedarikçi	(1,1,1)	(1/2,2/3,1)	(2/3,1,2)
Ürün	(1,3/2,2)	(1,1,1)	(1/2,1,3/2)
Hizmet	(1/2,1,3/2)	(2/3,1,2)	(1,1,1)

Tablo E6.2 Tedarikçi Performansı Alt Kriterleri için Daraltılmış Üçgen Bulanık Sayılardan Oluşan Karşılaştırma Matrisi

Tedarikçi Ana Kriteri	F	Y	K	N	E	P
F	(1,1,1)	(2/3,1,2)	(1/2,2/3,1)	(2/3,1,2)	(1,1,1)	(1/2,2/3,1)
Y	(1/2,1,3/2)	(1,1,1)	(2/3,1,2)	(1/2,1,3/2)	(1/2,1,3/2)	(2/3,1,2)
K	(1,3/2,2)	(1/2,1,3/2)	(1,1,1)	(1,3/2,2)	(1/2,1,3/2)	(1,1,1)
N	(1/2,1,3/2)	(2/3,1,2)	(1/2,2/3,1)	(1,1,1)	(1/2,1,3/2)	(2/3,1,2)
E	(1,1,1)	(2/3,1,2)	(2/3,1,2)	(2/3,1,2)	(1,1,1)	(1/2,2/3,1)
P	(1,3/2,2)	(1/2,1,3/2)	(1,1,1)	(1/2,1,3/2)	(1,3/2,2)	(1,1,1)

Tablo E6.3 Üretim Performansı Alt Kriterleri için Daraltılmış Üçgen Bulanık Sayılardan Oluşan Karşılaştırma Matrisi

Ürün Ana Kriteri	ÜR.F	Sip.M	ÜR.K	Öd.K
ÜR.F	(1,1,1)	(1/2,1,3/2)	(1,1,1)	(1/2,1,3/2)
Sip.M	(2/3,1,2)	(1,1,1)	(1/2,2/3,1)	(1/2,1,3/2)
ÜR.K	(1,1,1)	(1,3/2,2)	(1,1,1)	(3/2,2,5/2)
Öd.K	(2/3,1,2)	(2/3,1,2)	(2/5,1/2,2/3)	(1,1,1)

Tablo E4.4 Hizmet Performansı Alt Kriterleri için Daraltılmış Üçgen Bulanık Sayılardan Oluşan Karşılaştırma Matrisi

Hizmet Ana Kriteri	SSH	Pr	Tes.H
SSH	(1,1,1)	(1/2,1,3/2)	(2/3,1,2)
Pr	(2/3,1,2)	(1,1,1)	(1/2,2/3,1)
Tes.H	(1/2,1,3/2)	(1,3/2,2)	(1,1,1)

EK 7

(1-3) DARALTI MIŞ SAYI ARALIKLARI KULLANILAN BULANIK AHP İLE KRİTER VE ALTERNATİFLERİN ÖNCELİK DEĞERİ HESAPLAMA ADIMLARI

Ana-Kriterler İçin Hesaplama Adımları

Adım 1: Formül 4.12 Bulanık sentetik derece değerleri hesaplanır.

$$S_{Tedarikçi} = (2.1667, 2.6667, 4) \otimes (6.8334, 9.1667, 13)^{-1} \\ = (0.1667, 0.2909, 0.5854)$$

$$S_{Ürün} = (2.5, 3.5, 4.5) \otimes (6.8334, 9.1667, 13)^{-1} = (0.1923, 0.3818, 0.6585)$$

$$S_{Hizmet} = (2.1667, 3, 4.5) \otimes (6.8334, 9.1667, 13)^{-1} = (0.1667, 0.3273, 0.6585)$$

Adım 2: Formül 4.18 yardımıyla değerlerin birbirileri üzerindeki olası değerleri hesaplanır.

$$V(S_T \succeq S_U) = \frac{(0.1923 - 0.5854)}{(0.2909 - 0.5854) - (0.3818 - 0.1923)} = 0.8122$$

$$V(S_T \succeq S_H) = \frac{(0.1667 - 0.5854)}{(0.2909 - 0.5854) - (0.3273 - 0.1667)} = 0.92$$

$$V(S_U \succeq S_T) = 1$$

$$V(S_U \succeq S_H) = 1$$

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

$$V(S_H \succeq S_U) = \frac{(0.1923 - 0.6585)}{(0.3273 - 0.6585) - (0.3818 - 0.1923)} = 0.8953$$

Adım 3: Formül 4.20 yardımıyla, kriterler için olası değerlerin minimumu seçilir.

$$V(S_T \succ S_U, S_H) = d'(T) = \min(0.8122, 0.92) = 0.8122$$

$$V(S_U \succ S_T, S_H) = d'(U) = \min(1, 1) = 1$$

$$V(S_H \succ S_T, S_U) = d'(H) = \min(1, 0.8953) = 0.8953$$

Adım 4: Minimum değerlerin hesaplanmasıyla, W' ağırlık vektörü bulunur. Normalize edilerek W_G değeri hesaplanır.

$$W' = (0.8122, 1, 0.8953)$$

$$W_G = (0.30, 0.369, 0.331)$$

Tedarikçi Performansı Kriterine Bağlı Alt Kriterlerin Öncelik Değerlerinin Hesaplama Adımları

Adım 1: Formül 4.12 Bulanık sentetik derece değerleri hesaplanır.

$$S_F = (4.3333, 5.3333, 8) \otimes (26.4999, 36.6667, 53.51)^{-1} = (0.081, 0.1454, 0.3019)$$

$$S_Y = (3.8333, 6, 9.5) \otimes (26.4999, 36.6667, 53.51)^{-1} = (0.0716, 0.1636, 0.3585)$$

$$S_K = (5, 7, 9) \otimes (26.4999, 36.6667, 53.51)^{-1} = (0.0935, 0.1909, 0.3396)$$

$$S_N = (3.8333, 5.6667, 9) \otimes (26.4999, 36.6667, 53.51)^{-1} \\ = (0.0716, 0.1545, 0.3396)$$

$$S_E = (4.5, 5.6667, 9) \otimes (26.4999, 36.6667, 53.51)^{-1} = (0.0841, 0.1545, 0.3396)$$

$$S_P = (5, 7, 9) \otimes (26.4999, 36.6667, 53.51)^{-1} = (0.0935, 0.1909, 0.3396)$$

Adım 2: Formül 4.18 yardımıyla değerlerin birbirileri üzerindeki olası değerleri hesaplanır.

$$V(S_F \succeq S_Y) = 0.9268 \quad V(S_K \succeq S_F) = 1 \quad V(S_E \succeq S_F) = 1$$

$$V(S_F \succeq S_K) = 0.8208 \quad V(S_K \succeq S_Y) = 1 \quad V(S_E \succeq S_Y) = 0.9672$$

$$V(S_F \succeq S_N) = 0.9620 \quad V(S_K \succeq S_N) = 1 \quad V(S_E \succeq S_K) = 0.8711$$

$$V(S_F \succeq S_E) = 0.9599 \quad V(S_K \succeq S_E) = 1 \quad V(S_E \succeq S_N) = 1$$

$$V(S_F \succeq S_P) = 0.8208 \quad V(S_K \succeq S_P) = 1 \quad V(S_E \succeq S_P) = 0.8711$$

$$V(S_Y \succeq S_F) = 1 \quad V(S_N \succeq S_F) = 1 \quad V(S_P \succeq S_F) = 1$$

$$V(S_Y \succeq S_K) = 0.9066 \quad V(S_N \succeq S_Y) = 0.9672 \quad V(S_P \succeq S_Y) = 1$$

$$V(S_Y \succeq S_N) = 1 \quad V(S_N \succeq S_K) = 0.8711 \quad V(S_P \succeq S_E) = 1$$

$$V(S_Y \succeq S_E) = 1 \quad V(S_N \succeq S_E) = 1 \quad V(S_P \succeq S_N) = 1$$

$$V(S_Y \succeq S_P) = 0.9066 \quad V(S_N \succeq S_P) = 0.8711 \quad V(S_P \succeq S_E) = 1$$

Adım 3: Formül 4.20 yardımıyla, kriterler için olası değerlerin minimumu seçilir.

$$V(S_F \succ S_Y, S_E, S_N, S_E, S_P) = d'(F) \\ = \min(0.9268, 0.8208, 0.9620, 0.9599, 0.8208) = 0.8208$$

$$V(S_Y \succ S_F, S_E, S_N, S_E, S_P) = d'(Y) = \min(1, 0.9066, 1, 1, 0.9066) = 0.9066$$

$$V(S_K \succ S_F, S_Y, S_N, S_E, S_P) = d'(K) = \min(1, 1, 1, 1, 1) = 1$$

$$V(S_N \succ S_F, S_Y, S_E, S_E, S_P) = d'(N) = \min(1, 0.9672, 0.8711, 1, 0.8711) = 0.8711$$

$$V(S_E \succ S_F, S_Y, S_K, S_N, S_P) = d'(E) = \min(1, 0.9672, 0.8711, 1, 0.8711) = 0.8711$$

$$V(S_P \succ S_F, S_Y, S_K, S_N, S_E) = d'(P) = \min(1, 1, 1, 1, 1) = 1$$

Adım 4: Minimum değerlerin hesaplanmasıyla, W' ağırlık vektörü bulunur. Normalize edilerek W_G değeri hesaplanır.

$$W' = (0.8208, 0.9066, 1, 0.8711, 0.8711, 1)$$

$$W_G = (0.1501, 0.1657, 0.1828, 0.1593, 0.1593, 0.1828)$$

Ürün Performansı Kriterine Bağlı Alt Kriterlerin Öncelik Değerlerinin Hesaplama Adımları

Adım 1: Formül 4.12 Bulanık sentetik derece değerleri hesaplanır.

$$S_{Ür.F} = (3, 4, 5) \otimes (12.9, 16.6667, 22.6667)^{-1} = (0.1323, 0.24, 0.3876)$$

$$S_{Sit.M} = (2.6667, 3.6667, 5.5) \otimes (12.9, 16.6667, 22.6667)^{-1} \\ = (0.1176, 0.22, 0.4264)$$

$$S_{Ür.K} = (4.5, 5.5, 6.5) \otimes (12.9, 16.6667, 22.6667)^{-1} = (0.1985, 0.33, 0.5039)$$

$$S_{\ddot{O}.K} = (2.7333, 3.5, 5.6667) \otimes (12.9, 16.6667, 22.6667)^{-1} \\ = (0.1206, 0.21, 0.4393)$$

Adım 2: Formül 4.18 yardımıyla değerlerin birbirileri üzerindeki olası değerleri hesaplanır.

$$\begin{aligned} V(S_{\ddot{U}.F} \geq S_{Sip.M}) &= 1 & V(S_{\ddot{U}.K} \geq S_{\ddot{U}.F}) &= 1 \\ V(S_{\ddot{U}.F} \geq S_{\ddot{U}.K}) &= 0.6775 & V(S_{\ddot{U}.K} \geq S_{Sip.M}) &= 1 \\ V(S_{\ddot{U}.F} \geq S_{\ddot{O}.K}) &= 1 & V(S_{\ddot{U}.K} \geq S_{\ddot{O}.K}) &= 1 \\ V(S_{Sip.M} \geq S_{\ddot{U}.F}) &= 0.9363 & V(S_{\ddot{O}.K} \geq S_{\ddot{U}.F}) &= 0.9110 \\ V(S_{Sip.M} \geq S_{\ddot{U}.K}) &= 0.6745 & V(S_{\ddot{O}.K} \geq S_{Sip.M}) &= 0.9698 \\ V(S_{Sip.M} \geq S_{\ddot{O}.K}) &= 1 & V(S_{\ddot{O}.K} \geq S_{\ddot{U}.K}) &= 0.6674 \end{aligned}$$

Adım 3: Formül 4.20 yardımıyla, kriterler için olası değerlerin minimumu seçilir.

$$\begin{aligned} V(S_{\ddot{U}.F} > S_{Sip.M}, S_{\ddot{U}.K}, S_{\ddot{O}.K}) &= d'(\ddot{U}.F) = \min(1, 1, 0.6775) = 0.6775 \\ V(S_{Sip.M} > S_{\ddot{U}.F}, S_{\ddot{U}.K}, S_{\ddot{O}.K}) &= d'(Sip.M) = \min(0.9363, 0.6745, 1) = 0.6745 \\ V(S_{\ddot{U}.K} > S_{\ddot{U}.F}, S_{Sip.M}, S_{\ddot{O}.K}) &= d'(\ddot{U}.K) = \min(1, 1, 1) = 1 \\ V(S_{\ddot{O}.K} > S_{\ddot{U}.F}, S_{Sip.M}, S_{\ddot{U}.K}) &= d'(\ddot{O}.K) \\ &= \min(0.9110, 0.9698, 0.6674) = 0.6674 \end{aligned}$$

Adım 4: Minimum değerlerin hesaplanmasıyla, W' ağırlık vektörü bulunur. Normalize edilerek W_G değeri hesaplanır.

$$W' = (0.6775, 0.6745, 1, 0.6674) \\ W_G = (0.2244, 0.2234, 0.3312, 0.2210)$$

Hizmet Performansı Kriterine Bağlı Alt Kriterlerin Öncelik Değerlerinin Hesaplama Adımları

Adım 1: Formül 4.12 Bulanık sentetik derece değerleri hesaplanır.

$$S_{SSH} = (2.1667, 3, 4.5) \otimes (6.8334, 9.1667, 13)^{-1} = (0.1667, 0.3273, 0.6585)$$

$$S_{Pr} = (2.1667, 2.6667, 4) \otimes (6.8334, 9.1667, 13)^{-1} = (0.1667, 0.2909, 0.5854)$$

$$S_{TSSH} = (2.5, 3.5, 4.5) \otimes (6.8334, 9.1667, 13)^{-1} = (0.1923, 0.3818, 0.6585)$$

Adım 2: Formül 4.18 yardımıyla değerlerin birbirileri üzerindeki olası değerleri hesaplanır.

$$V(S_{SSH} \geq S_{Pr}) = 1 \quad V(S_{TSSH} \geq S_{SSH}) = 1$$

$$V(S_{SSH} \geq S_{TSSH}) = 0.8953 \quad V(S_{TSSH} \geq S_{Pr}) = 1$$

$$V(S_{Pr} \geq S_{SSH}) = 0.92$$

$$V(S_{Pr} \geq S_{TSSH}) = 0.8122$$

Adım 3: Formül 4.20 yardımıyla, kriterler için olası değerlerin minimumu seçilir.

$$V(S_{SSH} > S_{Pr}, S_{TSSH}) = d'(SSH) = \min(1, 0.8953) = 0.8953$$

$$V(S_{Pr} > S_{SSH}, S_{TSSH}) = d'(Pr) = \min(0.92, 0.8122) = 0.8122$$

$$V(S_{TSSH} > S_{SSH}, S_{Pr}) = d'(H) = \min(1, 1) = 1$$

Adım 4: Minimum değerlerin hesaplanmasıyla, W' ağırlık vektörü bulunur. Normalize edilerek W_G değeri hesaplanır.

$$W' = (0.8953, 0.8122, 1)$$

$$W_G = (0.3307, 0.30, 0.3693)$$

Finansal Durum Alt-Kriteri için Tedarikçi Alternatiflerinin Öncelik Değerleri

Adım 1: Formül 4.12 Bulanık sentetik derece değerleri hesaplanır.

$$S_A = (3, 4, 5) \otimes (7.5667, 9.6667, 12.6667)^{-1} = (0.2368, 0.4138, 0.6608)$$

$$S_B = (2.6667, 3.5, 5) \otimes (7.5667, 9.6667, 12.6667)^{-1} = (0.2105, 0.3621, 0.6608)$$

$$S_C = (1.9, 2.1667, 2.6667) \otimes (7.5667, 9.6667, 12.6667)^{-1} \\ = (0.1499, 0.2241, 0.3524)$$

Adım 2: Formül 4.18 yardımıyla değerlerin birbirileri üzerindeki olası değerleri hesaplanır.

$$V(S_A \succeq S_B) = 1$$

$$V(S_A \succeq S_C) = 1$$

$$V(S_B \succeq S_A) = 0.8913$$

$$V(S_B \succeq S_C) = 1$$

$$V(S_C \succeq S_A) = 0.3786$$

$$V(S_C \succeq S_B) = 0.5070$$

Adım 3: Formül 4.20 yardımıyla, kriterler için olası değerlerin minimumu seçilir.

$$V(S_A \succ S_B, S_C) = d'(A) = \min(1, 1) = 1$$

$$V(S_B \succ S_A, S_C) = d'(B) = \min(0.8913, 1) = 0.8913$$

$$V(S_C \succ S_A, S_B) = d'(C) = \min(0.3786, 0.5070) = 0.3786$$

Adım 4: Minimum değerlerin hesaplanmasıyla, W' ağırlık vektörü bulunur. Normalize edilerek W_G değeri hesaplanır.

$$W' = (1, 0.8913, 0.3786)$$

$$W_G = (0.4405, 0.3927, 0.1668)$$

Yönetimsel Yaklaşım Alt-Kriteri için Tedarikçi Alternatiflerinin Öncelik Değerleri

Adım 1: Formül 4.12 Bulanık sentetik derece değerleri hesaplanır.

$$S_A = (3, 4, 5) \otimes (7.5667, 9.6667, 12.6667)^{-1} = (0.2368, 0.4138, 0.6608)$$

$$S_B = (2.6667, 3.5, 5) \otimes (7.5667, 9.6667, 12.6667)^{-1} = (0.2105, 0.3621, 0.6608)$$

$$S_C = (1.9, 2.1667, 2.6667) \otimes (7.5667, 9.6667, 12.6667)^{-1} \\ = (0.1499, 0.2241, 0.3524)$$

Adım 2: Formül 4.18 yardımıyla değerlerin birbirileri üzerindeki olası değerleri hesaplanır.

$$V(S_A \succeq S_B) = 1$$

$$V(S_A \succeq S_C) = 1$$

$$V(S_B \succeq S_A) = 0.8913$$

$$V(S_B \succeq S_C) = 1$$

$$V(S_C \succeq S_A) = 0.3786$$

$$V(S_C \succeq S_B) = 0.5070$$

Adım 3: Formül 4.20 yardımıyla, kriterler için olası değerlerin minimumu seçilir.

$$V(S_A \succ S_B, S_C) = d'(A) = \min(1, 1) = 1$$

$$V(S_B \succ S_A, S_C) = d'(B) = \min(0.8913, 1) = 0.8913$$

$$V(S_C \succ S_A, S_B) = d'(C) = \min(0.3786, 0.5070) = 0.3786$$

Adım 4: Minimum değerlerin hesaplanmasıyla, W' ağırlık vektörü bulunur. Normalize edilerek W_G değeri hesaplanır.

$$W' = (1, 0.8913, 0.3786)$$

$$W_G = (0.4405, 0.3927, 0.1668)$$

Kalite Sistem ve Süreçleri Alt-Kriteri için Tedarikçi Alternatiflerinin Öncelik Değerleri

Adım 1: Formül 4.12 Bulanık sentetik derece değerleri hesaplanır.

$$S_A = (3.5, 4.5, 5.5) \otimes (7.5667, 9.6667, 12.6667)^{-1} = (0.2763, 0.4655, 0.7269)$$

$$S_B = (2,2.6667,3.5) \otimes (7.5667,9.6667,12.6667)^{-1} = (0.1579,0.2759,0.4625)$$

$$S_C = (2.0667,2.5,3.6667) \otimes (7.5667,9.6667,12.6667)^{-1} \\ = (0.1632,0.2586,0.4846)$$

Adım 2: Formül 4.18 yardımıyla değerlerin birbirileri üzerindeki olası değerleri hesaplanır.

$$V(S_A \succeq S_B) = 1$$

$$V(S_A \succeq S_C) = 1$$

$$V(S_B \succeq S_A) = 0.4955$$

$$V(S_B \succeq S_C) = 1$$

$$V(S_C \succeq S_A) = 0.5017$$

$$V(S_C \succeq S_B) = 0.9497$$

Adım 3: Formül 4.20 yardımıyla, kriterler için olası değerlerin minimumu seçilir.

$$V(S_A \succ S_B, S_C) = d'(A) = \min(1,1) = 1$$

$$V(S_B \succ S_A, S_C) = d'(B) = \min(0.4955,1) = 0.4955$$

$$V(S_C \succ S_A, S_B) = d'(C) = \min(0.5017,0.9497) = 0.5017$$

Adım 4: Minimum değerlerin hesaplanmasıyla, W' ağırlık vektörü bulunur. Normalize edilerek W_C değeri hesaplanır.

$$W' = (1,0.4955,0.5017)$$

$$W_C = (0.5007,0.2481,0.2512)$$

Teknik ve Ürün Nitelikleri Alt-Kriteri için Tedarikçi Alternatiflerinin Öncelik Değerleri

Adım 1: Formül 4.12 Bulanık sentetik derece değerleri hesaplanır.

$$S_A = (3,4,5) \otimes (7.5667,9.6667,12.6667)^{-1} = (0.2368,0.4138,0.6608)$$

$$S_B = (2.6667, 3.5, 5) \otimes (7.5667, 9.6667, 12.6667)^{-1} = (0.2105, 0.3621, 0.6608)$$

$$S_C = (1.9, 2.1667, 2.6667) \otimes (7.5667, 9.6667, 12.6667)^{-1} \\ = (0.1499, 0.2241, 0.3524)$$

Adım 2: Formül 4.18 yardımıyla değerlerin birbirileri üzerindeki olası değerleri hesaplanır.

$$V(S_A \succeq S_B) = 1$$

$$V(S_A \succeq S_C) = 1$$

$$V(S_B \succeq S_A) = 0.8913$$

$$V(S_B \succeq S_C) = 1$$

$$V(S_C \succeq S_A) = 0.3786$$

$$V(S_C \succeq S_B) = 0.5070$$

Adım 3: Formül 4.20 yardımıyla, kriterler için olası değerlerin minimumu seçilir.

$$V(S_A \succ S_B, S_C) = d'(A) = \min(1, 1) = 1$$

$$V(S_B \succ S_A, S_C) = d'(B) = \min(0.8913, 1) = 0.8913$$

$$V(S_C \succ S_A, S_B) = d'(C) = \min(0.3786, 0.5070) = 0.3786$$

Adım 4: Minimum değerlerin hesaplanmasıyla, W' ağırlık vektörü bulunur. Normalize edilerek W_G değeri hesaplanır.

$$W' = (1, 0.8913, 0.3786)$$

$$W_G = (0.4405, 0.3927, 0.1668)$$

Esneklik Alt-Kriteri için Tedarikçi Alternatiflerinin Öncelik Değerleri

Adım 1: Formül 4.12 Bulanık sentetik derece değerleri hesaplanır.

$$S_A = (3.5, 4.5, 5.5) \otimes (7.5667, 9.6667, 12.6667)^{-1} = (0.2763, 0.4655, 0.7269)$$

$$S_B = (2,2.6667,3.5) \otimes (7.5667,9.6667,12.6667)^{-1} = (0.1579,0.2759,0.4625)$$

$$S_C = (2.0667,2.5,3.6667) \otimes (7.5667,9.6667,12.6667)^{-1} \\ = (0.1632,0.2586,0.4846)$$

Adım 2: Formül 4.18 yardımıyla değerlerin birbirileri üzerindeki olası değerleri hesaplanır.

$$V(S_A \succeq S_B) = 1$$

$$V(S_A \succeq S_C) = 1$$

$$V(S_B \succeq S_A) = 0.4955$$

$$V(S_B \succeq S_C) = 1$$

$$V(S_C \succeq S_A) = 0.5017$$

$$V(S_C \succeq S_B) = 0.9497$$

Adım 3: Formül 4.20 yardımıyla, kriterler için olası değerlerin minimumu seçilir.

$$V(S_A \succ S_B, S_C) = d'(A) = \min(1,1) = 1$$

$$V(S_B \succ S_A, S_C) = d'(B) = \min(0.4955,1) = 0.4955$$

$$V(S_C \succ S_A, S_B) = d'(C) = \min(0.5017,0.9497) = 0.5017$$

Adım 4: Minimum değerlerin hesaplanmasıyla, W' ağırlık vektörü bulunur. Normalize edilerek W_G değeri hesaplanır.

$$W' = (1,0.4955,0.5017)$$

$$W_G = (0.5007,0.2481,0.2512)$$

Geçmiş Dönem Performansı Alt-Kriteri için Tedarikçi Alternatiflerinin Öncelik Değerleri

Adım 1: Formül 4.12 Bulanık sentetik derece değerleri hesaplanır.

$$S_A = (3,4,5) \otimes (7.5667,9.6667,12.6667)^{-1} = (0.2368,0.4138,0.6608)$$

$$S_B = (2.6667, 3.5, 5) \otimes (7.5667, 9.6667, 12.6667)^{-1} = (0.2105, 0.3621, 0.6608)$$

$$S_C = (1.9, 2.1667, 2.6667) \otimes (7.5667, 9.6667, 12.6667)^{-1} \\ = (0.1499, 0.2241, 0.3524)$$

Adım 2: Formül 4.18 yardımıyla değerlerin birbirileri üzerindeki olası değerleri hesaplanır.

$$V(S_A \succeq S_B) = 1$$

$$V(S_A \succeq S_C) = 1$$

$$V(S_B \succeq S_A) = 0.8913$$

$$V(S_B \succeq S_C) = 1$$

$$V(S_C \succeq S_A) = 0.3786$$

$$V(S_C \succeq S_B) = 0.5070$$

Adım 3: Formül 4.20 yardımıyla, kriterler için olası değerlerin minimumu seçilir.

$$V(S_A \succ S_B, S_C) = d'(A) = \min(1, 1) = 1$$

$$V(S_B \succ S_A, S_C) = d'(B) = \min(0.8913, 1) = 0.8913$$

$$V(S_C \succ S_A, S_B) = d'(C) = \min(0.3786, 0.5070) = 0.3786$$

Adım 4: Minimum değerlerin hesaplanmasıyla, W' ağırlık vektörü bulunur. Normalize edilerek W_C değeri hesaplanır.

$$W' = (1, 0.8913, 0.3786)$$

$$W_C = (0.4405, 0.3927, 0.1668)$$

Ürün Fiyatı Alt-Kriteri için Tedarikçi Alternatiflerinin Öncelik Değerleri

Adım 1: Formül 4.12 Bulanık sentetik derece değerleri hesaplanır.

$$S_A = (2.1667, 3, 4.5) \otimes (6.8334, 9.1667, 13)^{-1} = (0.1667, 0.3273, 0.6585)$$

$$S_B = (2.5, 3.5, 4.5) \otimes (6.8334, 9.1667, 13)^{-1} = (0.1923, 0.3818, 0.6585)$$

$$S_C = (2.1667, 2.6667, 4) \otimes (6.8334, 9.1667, 13)^{-1} = (0.1667, 0.2909, 0.5854)$$

Adım 2: Formül 4.18 yardımıyla değerlerin birbirileri üzerindeki olası değerleri hesaplanır.

$$V(S_A \succeq S_B) = 0.8953$$

$$V(S_A \succeq S_C) = 1$$

$$V(S_B \succeq S_A) = 1$$

$$V(S_B \succeq S_C) = 1$$

$$V(S_C \succeq S_A) = 0.92$$

$$V(S_C \succeq S_B) = 0.8122$$

Adım 3: Formül 4.20 yardımıyla, kriterler için olası değerlerin minimumu seçilir.

$$V(S_A > S_B, S_C) = d'(A) = \min(0.8953, 1) = 0.8951$$

$$V(S_B > S_A, S_C) = d'(B) = \min(1, 1) = 1$$

$$V(S_C > S_A, S_B) = d'(C) = \min(0.92, 0.8122) = 0.8122$$

Adım 4: Minimum değerlerin hesaplanmasıyla, W' ağırlık vektörü bulunur. Normalize edilerek W_C değeri hesaplanır.

$$W' = (0.8951, 1, 0.8122)$$

$$W_C = (0.3307, 0.3693, 0.30)$$

Sipariş Maliyeti Alt-Kriteri için Tedarikçi Alternatiflerinin Öncelik Değerleri

Adım 1: Formül 4.12 Bulanık sentetik derece değerleri hesaplanır.

$$S_A = (2.5, 3.5, 4.5) \otimes (6.8334, 9.1667, 13)^{-1} = (0.1923, 0.3818, 0.6585)$$

$$S_B = (2.1667, 2.6667, 4) \otimes (6.8334, 9.1667, 13)^{-1} = (0.1667, 0.2909, 0.5854)$$

$$S_C = (2.1667, 3, 4.5) \otimes (6.8334, 9.1667, 13)^{-1} = (0.1667, 0.3273, 0.6585)$$

Adım 2: Formül 4.18 yardımıyla değerlerin birbirileri üzerindeki olası değerleri hesaplanır.

$$V(S_A \succeq S_B) = 1$$

$$V(S_A \succeq S_C) = 1$$

$$V(S_B \succeq S_A) = 0.8122$$

$$V(S_B \succeq S_C) = 0.92$$

$$V(S_C \succeq S_A) = 0.8953$$

$$V(S_C \succeq S_B) = 1$$

Adım 3: Formül 4.20 yardımıyla, kriterler için olası değerlerin minimumu seçilir.

$$V(S_A > S_B, S_C) = d'(A) = \min(1, 1) = 1$$

$$V(S_B > S_A, S_C) = d'(B) = \min(0.8122, 0.92) = 0.8122$$

$$V(S_C > S_A, S_B) = d'(C) = \min(0.8953, 1) = 0.8953$$

Adım 4: Minimum değerlerin hesaplanmasıyla, W' ağırlık vektörü bulunur. Normalize edilerek W_G değeri hesaplanır.

$$W' = (1, 0.8122, 0.8953)$$

$$W_G = (0.3693, 0.30, 0.3307)$$

Ürün Kalitesi Alt-Kriteri için Tedarikçi Alternatiflerinin Öncelik Değerleri

Adım 1: Formül 4.12 Bulanık sentetik derece değerleri hesaplanır.

$$S_A = (2.5, 3.5, 4.5) \otimes (6.8334, 9.1667, 13)^{-1} = (0.1923, 0.3818, 0.6585)$$

$$S_B = (2.1667, 3, 4.5) \otimes (6.8334, 9.1667, 13)^{-1} = (0.1667, 0.3273, 0.6585)$$

$$S_C = (2.1667, 2.6667, 4) \otimes (6.8334, 9.1667, 13)^{-1} = (0.1667, 0.2909, 0.5854)$$

Adım 2: Formül 4.18 yardımıyla değerlerin birbirileri üzerindeki olası değerleri hesaplanır.

$$V(S_A \succeq S_B) = 1$$

$$V(S_A \succeq S_C) = 1$$

$$V(S_B \succeq S_A) = 0.8953$$

$$V(S_B \succeq S_C) = 1$$

$$V(S_C \succeq S_A) = 0.8122$$

$$V(S_C \succeq S_B) = 0.92$$

Adım 3: Formül 4.20 yardımıyla, kriterler için olası değerlerin minimumu seçilir.

$$V(S_A \succ S_B, S_C) = d'(A) = \min(1,1) = 1$$

$$V(S_B \succ S_A, S_C) = d'(B) = \min(0.8953,1) = 0.8953$$

$$V(S_C \succ S_A, S_B) = d'(C) = \min(0.8122,0.92) = 0.8122$$

Adım 4: Minimum değerlerin hesaplanmasıyla, W' ağırlık vektörü bulunur. Normalize edilerek W_G değeri hesaplanır.

$$W' = (1,0.8953,0.8122)$$

$$W_G = (0.3693,0.3307,0.30)$$

Ödeme Kolaylığı Alt-Kriteri için Tedarikçi Alternatiflerinin Öncelik Değerleri

Adım 1: Formül 4.12 Bulanık sentetik derece değerleri hesaplanır.

$$S_A = (2.1667,3,4.5) \otimes (6.8334,9.1667,13)^{-1} = (0.1667,0.3273,0.6585)$$

$$S_B = (2.1667,2.6667,4) \otimes (6.8334,9.1667,13)^{-1} = (0.1667,0.2909,0.5854)$$

$$S_C = (2.5,3.5,4.5) \otimes (6.8334,9.1667,13)^{-1} = (0.1923,0.3818,0.6585)$$

Adım 2: Formül 4.18 yardımıyla değerlerin birbirileri üzerindeki olası değerleri hesaplanır.

$$V(S_A \succeq S_B) = 1$$

$$V(S_A \succeq S_C) = 0.8953$$

$$V(S_B \succeq S_A) = 0.92$$

$$V(S_B \succeq S_C) = 0.8122$$

$$V(S_C \succeq S_A) = 1$$

$$V(S_C \succeq S_B) = 1$$

Adım 3: Formül 4.20 yardımıyla, kriterler için olası değerlerin minimumu seçilir.

$$V(S_A \succ S_B, S_C) = d'(A) = \min(1, 0.8953) = 0.8952$$

$$V(S_B \succ S_A, S_C) = d'(B) = \min(0.92, 0.8122) = 0.8122$$

$$V(S_C \succ S_A, S_B) = d'(C) = \min(1, 1) = 1$$

Adım 4: Minimum değerlerin hesaplanmasıyla, W' ağırlık vektörü bulunur. Normalize edilerek W_G değeri hesaplanır.

$$W' = (0.8952, 0.8122, 1)$$

$$W_G = (0.3307, 0.30, 0.3693)$$

Satış Sonrası Hizmet Alt-Kriteri için Tedarikçi Alternatiflerinin Öncelik Değerleri

Adım 1: Formül 4.12 Bulanık sentetik derece değerleri hesaplanır.

$$S_A = (3.5, 4.5, 5.5) \otimes (7.5667, 9.6667, 12.6667)^{-1} = (0.2763, 0.4655, 0.7269)$$

$$S_B = (2, 2.6667, 3.5) \otimes (7.5667, 9.6667, 12.6667)^{-1} = (0.1579, 0.2759, 0.4625)$$

$$S_C = (2.0667, 2.5, 3.6667) \otimes (7.5667, 9.6667, 12.6667)^{-1} \\ = (0.1632, 0.2586, 0.4846)$$

Adım 2: Formül 4.18 yardımıyla değerlerin birbirileri üzerindeki olası değerleri hesaplanır.

$$V(S_A \succeq S_B) = 1$$

$$V(S_A \succeq S_C) = 1$$

$$V(S_B \succeq S_A) = 0.4955$$

$$V(S_B \succeq S_C) = 1$$

$$V(S_C \succeq S_A) = 0.5017$$

$$V(S_C \succeq S_B) = 0.9497$$

Adım 3: Formül 4.20 yardımıyla, kriterler için olası değerlerin minimumu seçilir.

$$V(S_A \succ S_B, S_C) = d'(A) = \min(1,1) = 1$$

$$V(S_B \succ S_A, S_C) = d'(B) = \min(0.4955,1) = 0.4955$$

$$V(S_C \succ S_A, S_B) = d'(C) = \min(0.5017,0.9497) = 0.5017$$

Adım 4: Minimum değerlerin hesaplanmasıyla, W' ağırlık vektörü bulunur. Normalize edilerek W_G değeri hesaplanır.

$$W' = (1,0.4955,0.5017)$$

$$W_G = (0.5007,0.2481,0.2512)$$

Profesyonellik Alt-Kriteri için Tedarikçi Alternatiflerinin Öncelik Değerleri

Adım 1: Formül 4.12 Bulanık sentetik derece değerleri hesaplanır.

$$S_A = (2.5,3.5,4.5) \otimes (6.8334,9.1667,13)^{-1} = (0.1923,0.3818,0.6585)$$

$$S_B = (2.1667,3,4.5) \otimes (6.8334,9.1667,13)^{-1} = (0.1667,0.3273,0.6585)$$

$$S_C = (2.1667,2.6667,4) \otimes (6.8334,9.1667,13)^{-1} = (0.1667,0.2909,0.5854)$$

Adım 2: Formül 4.18 yardımıyla değerlerin birbirileri üzerindeki olası değerleri hesaplanır.

$$V(S_A \succeq S_B) = 1$$

$$V(S_A \succeq S_C) = 1$$

$$V(S_B \succeq S_A) = 0.8953$$

$$V(S_B \succeq S_C) = 1$$

$$V(S_C \succeq S_A) = 0.8122$$

$$V(S_C \succeq S_B) = 0.92$$

Adım 3: Formül 4.20 yardımıyla, kriterler için olası değerlerin minimumu seçilir.

$$V(S_A \succ S_B, S_C) = d'(A) = \min(1,1) = 1$$

$$V(S_B \succ S_A, S_C) = d'(B) = \min(0.8953,1) = 0.8953$$

$$V(S_C \succ S_A, S_B) = d'(C) = \min(0.8122,0.92) = 0.8122$$

Adım 4: Minimum değerlerin hesaplanmasıyla, W' ağırlık vektörü bulunur. Normalize edilerek W_G değeri hesaplanır.

$$W' = (1,0.8953,0.8122)$$

$$W_G = (0.3693,0.3307,0.30)$$

Teslimat Hızı Alt-Kriteri için Tedarikçi Alternatiflerinin Öncelik Değerleri

Adım 1: Formül 4.12 Bulanık sentetik derece değerleri hesaplanır.

$$S_A = (2.5,3.5,4.5) \otimes (6.8334,9.1667,13)^{-1} = (0.1923,0.3818,0.6585)$$

$$S_B = (2.1667,2.6667,4) \otimes (6.8334,9.1667,13)^{-1} = (0.1667,0.2909,0.5854)$$

$$S_C = (2.1667,3,4.5) \otimes (6.8334,9.1667,13)^{-1} = (0.1667,0.3273,0.6585)$$

Adım 2: Formül 4.18 yardımıyla değerlerin birbirileri üzerindeki olası değerleri hesaplanır.

$$V(S_A \succeq S_B) = 1$$

$$V(S_A \succeq S_C) = 1$$

$$V(S_B \succeq S_A) = 0.8122$$

$$V(S_B \succeq S_C) = 0.92$$

$$V(S_C \succeq S_A) = 0.8953$$

$$V(S_C \succeq S_B) = 1$$

Adım 3: Formül 4.20 yardımıyla, kriterler için olası değerlerin minimumu seçilir.

$$V(S_A \succ S_B, S_C) = d'(A) = \min(1, 1) = 1$$

$$V(S_B \succ S_A, S_C) = d'(B) = \min(0.8122, 0.92) = 0.8122$$

$$V(S_C \succ S_A, S_B) = d'(C) = \min(0.8953, 1) = 0.8953$$

Adım 4: Minimum değerlerin hesaplanmasıyla, W' ağırlık vektörü bulunur. Normalize edilerek W_G değeri hesaplanır.

$$W' = (1, 0.8122, 0.8953)$$

$$W_G = (0.3693, 0.30, 0.3307)$$