

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
ÜRETİM YÖNETİMİ VE ENDÜSTRİ İŞLETMECİLİĞİ PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE AHP VE BULANIK
AHP YÖNTEMİ KULLANILARAK TEDARİKÇİLERİN
PERFORMANSININ ÖLÇÜLMESİ, YENİ YÖNTEM
ÖNERİLERİ VE UYGULAMALARI**

Emre Çağlar TURGUT

Danışman

Yrd. Doç. Dr. Hüseyin AVUNDUK

İZMİR – 2015

YÜKSEK LİSANS
TEZ/ PROJE ONAY SAYFASI

Üniversite : Dokuz Eylül Üniversitesi 2011800071
Enstitü : Sosyal Bilimler Enstitüsü
Adı ve Soyadı : EMRE ÇAĞLAR TURGUT
Tez Başlığı : Tedarik Zinciri Yönetiminde AHP ve Bulanık AHP Yöntemi Kullanılarak Tedarikçilerin Performansının Ölçülmesi, Yeni Yöntem Önerileri ve Uygulamaları
Savunma Tarihi : 03.06.2015
Danışmanı : Yrd.Doç.Dr.Hüseyin AVUNDUK

JÜRİ ÜYELERİ

<u>Ünvanı, Adı, Soyadı</u>	<u>Üniversitesi</u>
Yrd.Doç.Dr.Hüseyin AVUNDUK	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
Yrd.Doç.Dr.Ali KABAKCI	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
Doç.Dr.Yılmaz GÖKŞEN	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ

İmza

Oybirliği ()

Oy Çokluğu (X)

EMRE ÇAĞLAR TURGUT tarafından hazırlanmış ve sunulmuş "Tedarik Zinciri Yönetiminde AHP ve Bulanık AHP Yöntemi Kullanılarak Tedarikçilerin Performansının Ölçülmesi, Yeni Yöntem Önerileri ve Uygulamaları" başlıklı Tez (X) / Projesi () kabul edilmiştir.

Prof.Dr. Utku UTKULU
Enstitü Müdürü

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Tedarik Zinciri Yönetiminde AHP ve Bulanık AHP Yöntemi Kullanılarak Tedarikçilerin Performansının Ölçülmesi, Yeni Yöntem Önerileri ve Uygulamaları” adlı çalışmanın, tarafımdan, akademik kurallara ve etik değerlere uygun olarak yazıldığını ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

Tarih

.../.../.....

Adı SOYADI

Emre Çağlar TURGUT

İmza

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

Tedarik Zinciri Yönetiminde AHP ve Bulanık AHP Yöntemi Kullanılarak

Tedarikçilerin Performansının Ölçülmesi, Yeni Yöntem Önerileri ve

Uygulamaları

Emre Çağlar TURGUT

Dokuz Eylül Üniversitesi

Sosyal Bilimler Enstitüsü

İşletme Anabilim Dalı

Üretim Yönetimi ve Endüstri İşletmeciliği Programı

Yoğun rekabet ortamının yaşandığı iş dünyasında, işletmeler kendi yerlerini sağlamlaştırmak ve devamlılıklarını sürdürebilmek için tedarik zinciri yönetimi kavramına önem vermeleri gerekmektedir. Tedarik zinciri dahilinde olan diğer üyelerin performansları da işletmelerin başarısını doğrudan etkilemektedir. Tedarikçiler de tedarik zincirinin önemli bir parçasını oluştururlar. Tedarik zinciri yönetiminin önemli bir halkasını oluşturan tedarikçi performans değerlendirmeleri, işletmelerin aldığı önemli kararlara yol gösterir. Tedarikçilerin performansları işletmelerin performanslarını etkileyen önemli bir unsurdur. Tedarik zinciri yönetiminde, tedarikçilerin performanslarının kontrol edilmesi ve izlenmesi gerekir. Tedarikçi performansını etkileyen birçok faktör vardır. Tedarikçi performansının değerlendirilmesi çok sayıda çelişebilen, sayısal ve sayısal olmayan kriterlere sahip olabilen değerlendirme kriterleri gerektiren çok kriterli karar verme problemidir.

Bu çalışmada, bir işletme örnek alınarak tedarik zinciri yönetiminde tedarikçilerin performansının ölçülmesi problemi ele alınmıştır. Değerlendirmede Analitik Hiyerarşi Prosesi ve Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi tekniğinin yanında yeni yöntem önerileri sunulmuş ve problem üzerinde uygulanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tedarik Zinciri Yönetimi, Tedarikçi Performansı, AHP, Bulanık AHP, Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri, Yeni Yöntemler.

ABSTRACT

Master's Thesis

Measurement of Supplier Performance at Supply Chain Management by Using AHP and Fuzzy AHP Methods, New Methods Proposals and Applications

Emre Çağlar TURGUT

Dokuz Eylül University

Graduate School of Social Sciences

Department of Business Administration

Production Management and Industrial Business Administration Program

To consolidate their place and maintain their continuity in intense competitive business environment companies should give importance to concept of supply chain management. Performances of other members in supply chain influence success of businesses directly. Suppliers constitute an important part of the supply chain. Supplier performance evaluation, which forms a significant ring of the supply chain management, provides guidance to the important decisions made by businesses. Suppliers performances is an important issue that effect business performances. Suppliers performances should be controlled in supply chain management. There are a lot of factors that effect supplier performance. Evaluation of supplier performance is a multi criteria decision making problem that requires a lot of evaluation criteria they are qualitative and quantative criteria, can conflict with each other.

In this study, supplier performance determining problem in supply chain management is studied at a firm. In evaluationg this process Analytic Hierarchy Process, Fuzzy Analytic Hierarchy Process and also new methods are described and are used in the solution.

Keywords: Supply Chain Management, Supplier Performance, AHP, Fuzzy AHP, Multi Criteria Decision Making Methods, New Methods.

**TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE AHP VE BULANIK AHP
YÖNTEMİ KULLANILARAK TEDARİKÇİLERİN
PERFORMANSININ ÖLÇÜLMESİ, YENİ YÖNTEM ÖNERİLERİ VE
UYGULAMALARI**

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	ii
YEMİN METNİ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	xiv
TABLolar LİSTESİ	xv
ŞEKİLLER LİSTESİ	xx
EKLER LİSTESİ	xxi
 GİRİŞ	 1

**BİRİNCİ BÖLÜM
TEDARİK ZİNCİRİ**

1.1.	TEDARİK ZİNCİRİ TANIMLAMALARI	3
1.2.	TEDARİK ZİNCİRİNİN FONKSİYONLARI	6
1.3.	TEDARİK ZİNCİRİ KATILIMCILARI	7
1.4.	TEDARİK ZİNCİRİ FAALİYETLERİ	10
1.6.	TEDARİK ZİNCİRİNİN AMACI	10
1.7.	TEDARİK ZİNCİRİ KONUSUNUN GELİŞİMİ	11

**İKİNCİ BÖLÜM
TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ**

2.1.	TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ GELİŞİMİ	13
2.2.	TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ TANIMLAMALARI	15
2.3.	TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNİN AMAÇLARI	17
2.4.	TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNİN FONKSİYONLARI VE KARAR SEVİYELERİ	18
2.5.	TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNİN ÖNEMİ	20
2.6.	TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE ENGELLER VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ	21
2.7.	TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ BAŞARI İLKELERİ	22

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TEDARİK ZİNCİRİNDE SATIN ALMA VE TEDARİKÇİ İLİŞKİLERİ

3.1.	SATIN ALMA VE TEDARİK	25
3.2.	SATIN ALMA KARARLARI	25
3.3.	SATIN ALMADA ENFORMASYON	26
3.4.	SATIN ALMA FAALİYETİ	26
3.5.	TEDARİKÇİ İLİŞKİLERİ	27

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

TEDARİKÇİ PERFORMANS DEĞERLENDİRME

4.1.	PERFORMANSIN TANIMI	29
4.2.	PERFORMANS YÖNETİMİ	29
4.3.	PERFORMANS YÖNETİMİNİN GENEL AMAÇLARI	29
4.4.	PERFORMANS YÖNETİM SÜREÇLERİ	30
4.5.	PERFORMANS ÖLÇÜMÜ, DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖNEMİ	31
4.6.	PERFORMANS ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME BAŞARISI	31
4.7.	İŞLETMELERDE PERFORMANS DEĞERLENDİRMENİN ÖNEMİ	32
4.8.	PERFORMANS DEĞERLENDİRMEDE KARŞILAŞILAN SORUNLAR	33

4.9.	TEDARİKÇİ PERFORMANS DEĞERLENDİRME	34
4.10.	TEDARİKÇİ PERFORMANSININ ETKİLERİ	34
4.11.	TEDARİKÇİ DEĞERLENDİRME KRİTERLERİNİN BELİRLENMESİ	35
4.12.	TEDARİKÇİ DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ	36
4.13.	TEDARİKÇİ KRİTER BELİRLEME ÇALIŞMALARI	37
4.14.	TEDARİKÇİ DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ	40

BEŞİNCİ BÖLÜM

KARAR TEORİSİ

5.1.	KARAR VERME KAVRAMI	44
5.2.	KARAR TEORİSİ	44
5.3.	KARAR VERME SÜRECİ	45
5.4.	KARAR VERME ORTAMLARI	46
5.5.	KARAR ANALİZİ YÖNTEMLERİ	46

ALTINCI BÖLÜM

BULANIK MANTIK VE BULANIK KÜMELER

6.1.	BULANIK MANTIK VE BULANIK KÜMELER KONULARININ TARİHSEL GELİŞİMİ	48
6.2.	MANTIK VE BULANIK MANTIĞIN YERİ	48
6.3.	BULANIK MANTIK	49
6.3.1.	Belirsizlik	49
6.3.2.	Dilsel Değişkenlik	50
6.3.3.	Klasik Mantık ve Bulanık Mantık	50
6.3.4.	Bulanık Mantığın Uygulama Alanları	50
6.3.5.	Bulanık Mantığın Avantajları ve Dezavantajları	51
6.4.	BULANIK KÜMELER	51
6.4.1.	Üyelik Derecesi ve Üyelik Fonksiyonu	52
6.4.2.	Kesin Küme ve Bulanık Küme	53

6.4.3.	Bulanık Küme Tanımlamaları	54
6.5.	ÜYELİK FONKSİYONLARI	54
6.5.1.	Üçgensel (Triangular) Üyelik Fonksiyonu	55
6.5.2.	Üçgensel Üyelik Fonksiyonu ve α Kesim Katsayısı Uygulaması	55
6.6.	BULANIK SAYILAR	57
6.6.1.	Üçgensel Bulanık Sayılar	58
6.6.2.	Üçgensel Bulanık Sayılarda İşlemler	59
6.6.3.	Üçgensel Bulanık Sayılarda Sıralama	59
6.6.3.1.	α Kesme Yöntemi ile Sıralama	59
6.6.3.2.	Bulanık Ortalamalar ve Sapmalar ile Sıralama	59
6.6.3.3.	Bulanık Ortalama Değer Yöntemiyle Sıralama	60
6.6.3.4.	Liou ve Wang'ın Sıralama Yöntemi	60
6.6.4.	Bulanık Sayılarda Durulaştırma (Defuzzification)	61

YEDİNCİ BÖLÜM

ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ (AHP)

7.1.	AHP YÖNTEMİ	62
7.2.	AHP YÖNTEMİNİN TARİHSEL GELİŞİM SÜRECİ	62
7.3.	AHP' NİN KOLAY UYGULANABİLİRLİĞİNİN NEDENLERİ	63
7.4.	AHP UYGULAMASININ İŞLEYİŞİ	63
7.5.	AHP YÖNTEMİNİN UYGULANMASINDA ÖNEMLİ NOKTALAR	64
7.6.	AHP YÖNTEMİNİN UYGULANMASI	64
7.6.1.	Hiyerarşilerin Oluşturulması	65
7.6.2.	İkili Karşılaştırma ve Üstünlüklerin Belirlenmesi	67
7.6.3.	Tutarlılık Ölçülmesi	70
7.6.4.	Ağırlıkların (Öncelik Değerlerinin- Üstünlüklerin) Sentezi	72
7.7.	DUYARLILIK ANALİZİ	73
7.8.	AHP YÖNTEMİNİN AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI	73
7.9.	AHP YÖNTEMİNİN UYGULAMA ALANLARI	74

SEKİZİNCİ BÖLÜM

BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ (BULANIK AHP)

8.1.	BULANIK AHP YÖNTEMİNİN YAPISI	75
8.2.	BULANIK AHP ÜZERİNE GELİŞTİRİLMİŞ YÖNTEMLER	76
8.2.1.	Van Laarhoven ve Pedrycz (1983) Yöntemi	76
8.2.2.	Buckley (1985) Yöntemi	80
8.2.3.	Genişletilmiş Analiz Yöntemi (Chang 1992)	83
8.2.3.1.	Bulanık Sentetik Değerinin Bulunması	84
8.2.3.2.	Olabilirlik Derecesi Hesaplamaları	85
8.2.3.3.	Öncelik Vektörünün Hesaplanması	87
8.2.4.	Cheng' in Entropi Bazlı Yöntemi (1996)	89
8.2.4.1.	Enformasyon ve Ölçümü	89
8.2.4.2.	Entropi Kavramı	89
8.2.4.3.	A Priori Kavramı	89
8.2.4.4.	Shannon Entropisi	90
8.2.4.5.	Cheng' in Entropi Bazlı Yöntemi	90
8.2.5.	Enea ve Piazza Yöntemleri (2004)	92
8.2.5.1.	Yöntem 1	93
8.2.5.2.	Yöntem 2	94

DOKUZUNCU BÖLÜM

YENİ YÖNTEM ÖNERİLERİ

9.1.	YENİ ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMİ ÖNERİSİ	95
9.1.1.	Bulanık Olmayan Yapı	95
9.1.2.	Bulanık Yapı	99
9.2.	YENİ TUTARLILIK YÖNTEMİ ÖNERİSİ	102
9.2.1.	Bulanık Olmayan Yapı	102
9.2.2.	Bulanık Yapı	104
9.3.	YÖNTEMDEN BAĞIMSIZ YENİ TUTARLILIK HESAPLAMA ÖNERİSİ	106

9.4.	YENİ DURULAŞTIRMA YÖNTEMİ ÖNERİSİ	109

ONUNCU BÖLÜM

UYGULAMA

10.1.	TEDARİKÇİ PERFORMANS DEĞERLENDİRME KRİTERLERİNİN BELİRLENMESİ	112
10.2.	VERİLERİN AKTARILMASI	114
10.3.	AHP UYGULAMASI	118
10.4.	VERİLERİN ÜÇGENSEL BULANIK SAYILAR İLE TEMSİL EDİLMESİ	123
10.5.	GENİŞLETİLMİŞ ANALİZ YÖNTEMİ	126
10.5.1.	Değerlendirme Ana Kriterleri Ağırlıkları	126
10.5.2.	Değerlendirme Alt Kriterleri Ağırlıkları	131
10.5.3.	Tedarikçi Değerlendirmeleri ve Ağırlıkların Uygulanması	147
10.6.	GENİŞLETİLMİŞ ANALİZ İLE LIOU VE WANG YÖNTEMİ	149
10.6.1.	Ağırlıkların Belirlenmesi	150
10.6.2.	Tutarlılık Ölçülmesi	153
10.6.3.	Performans Değerlendirme Ağırlıkları Hesaplanması	161
10.7.	YENİ YÖNTEMİN BULANIK OLMAYAN YAPI İLE HER BİR KARAR VERİCİ ÜZERİNDE UYGULANMASI	164
10.7.1.	Ağırlıkların Elde Edilmesi	165
10.7.2.	Yeni Yöntem Ağırlık Vektörleriyle Yeni Tutarlılık Yöntemi Uygulanması (Bulanık Olmayan Yapı)	182
10.7.3.	Ortalama Ağırlıklar ile Tedarikçi Değerlendirmeleri	200
10.8.	YENİ YÖNTEM BULANIK YAPI UYGULAMASI	205
10.8.1.	Ana Kriterlerin Ağırlıklarının Bulunması	206
10.8.2.	Alt Kriterlerin Ağırlıklarının Bulunması	208
10.8.3.	Yeni Yöntem ile Elde Edilen Verilerin Değerlendirmelere Uygulanması	219
10.9.	YENİ DURULAŞTIRMA YÖNTEMİNİN YENİ YÖNTEM İLE UYGULANMASI	225

10.10.	YÖNTEMDEN BAĞIMSIZ YENİ TUTARLILIK HESAPLAMA UYGULAMASI	231
10.11.	YENİ TUTARLILIK HESAPLAMA ÖNERİSİ BULANIK UYGULAMASI	238
10.12.	GRUPLANDIRILMIŞ SONUÇLAR	262
10.12.1.	Kriter Ağırlıkları	262
10.12.2.	Tedarikçi Değerlendirmeleri Sonuçları	264
10.12.3.	Tutarlılık Sonuçları	266
10.12.4.	Gruplandırılmış Sonuçların Genel Analizi	267
	SONUÇ	270
	KAYNAKÇA	276
	EKLER	

KISALTMALAR

ABS	Anti-lock Brake System
AHP	Analitik Hiyerarşı Prosesi
APICS	American Production and Inventory Control Society
BAHP	Bulanık Analitik Hiyerarşı Prosesi
bkz.	Bakınız
CBR	Case-Based Reasoning
CI	Consistency Index
CR	Consistency Ratio
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi
GA	Genişletilmiş Analiz Yöntemi
LW	Liou ve Wang Yöntemi
Ort.	Ortalama
s.	Sayfa No
SBE	Sosyal Bilimler Enstitüsü
TDK	Türk Dil Kurumu
vb.	ve benzeri
vs.	vesaire
VZA	Veri Zarflama Analizi
YD	Yeni Durulaştırma Yöntemi
YT	Yeni Tutarlılık Hesaplama Yöntemi (Yöntemden Bağımsız)
YY	Yeni Yöntem Bulanık Olmayan Kullanım
YYB	Yeni Yöntem Bulanık Kullanım
YYBT	Yeni Yöntem Bulanık Tutarlılık
YYT	Yeni Yöntem ile Yeni Tutarlılık Yöntemi Tutarlılık Sonucu

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1: Tedarik Zinciri Yönetimi Tanımlamaları	s. 16
Tablo 2: Tedarik Zinciri Yönetimi Sınıflandırmaları	s. 19
Tablo 3: Tedarikçi Seçim Kriterleri	s. 38
Tablo 4: Saaty Önem Ölçeği	s. 68
Tablo 5: Standart Düzeltme Değeri (RI) Değeri	s. 71
Tablo 6: Bulanık Önem Dereceleri ve Eşlenikleri	s. 76
Tablo 7: İkili Karşılaştırma Üyelik Fonksiyonu Analizi	s. 82
Tablo 8: Bulanık Önem Dereceleri ve Tanımları	s. 91
Tablo 9: Bulanık Sayılar ve Üyelik Fonksiyonları	s. 91
Tablo 10: 1. Sütunun Ters Çarpanları	s. 101
Tablo 11: Ana Kriterlerin Değerlendirmeleri	s. 114
Tablo 12: Kalite Alt Kriterleri Değerlendirmeleri	s. 115
Tablo 13: Fiyat Alt Kriterleri Değerlendirmeleri	s. 115
Tablo 14: Teslimat Alt Kriterleri Değerlendirmeleri	s. 115
Tablo 15: Teknik Kapasite Alt Kriterleri Değerlendirmeleri	s. 115
Tablo 16: Hizmet Alt Kriterleri Değerlendirmeleri	s. 115
Tablo 17: Esneklik Alt Kriterleri Değerlendirmeleri	s. 116
Tablo 18: Tedarikçi İşletme Değerleri Alt Kriterleri Değerlendirmeleri	s. 116
Tablo 19: Tedarikçiler ve Kalite Değerlendirmeleri	s. 116
Tablo 20: Tedarikçiler ve Fiyat Değerlendirmeleri	s. 116
Tablo 21: Tedarikçiler ve Teslimat Değerlendirmeleri	s. 117
Tablo 22: Tedarikçiler ve Teknik Kapasite Değerlendirmeleri	s. 117
Tablo 23: Tedarikçiler ve Hizmet Değerlendirmeleri	s. 117
Tablo 24: Tedarikçiler ve Esneklik Değerlendirmeleri	s. 117
Tablo 25: Tedarikçiler ve Tedarikçi İşletme Değerleri Değerlendirmeleri	s. 117
Tablo 26: Tutarlılık Oranları (AHP)	s. 118
Tablo 27: Ana Kriter Ağırlıkları (AHP)	s. 118
Tablo 28: Kalite Ağırlıkları (AHP)	s. 119
Tablo 29: Fiyat Ağırlıkları (AHP)	s. 119

Tablo 30: Teslimat Ağırlıkları (AHP)	s. 119
Tablo 31: Teknik Kapasite Ağırlıkları (AHP)	s. 119
Tablo 32: Hizmet Ağırlıkları (AHP)	s. 120
Tablo 33: Esneklik Ağırlıkları (AHP)	s. 120
Tablo 34: Tedarikçi İşletme Değerleri Ağırlıkları (AHP)	s. 120
Tablo 35: Kalite Değerlendirmeleri (AHP)	s. 121
Tablo 36: Fiyat Değerlendirmeleri (AHP)	s. 121
Tablo 37: Teslimat Değerlendirmeleri (AHP)	s. 121
Tablo 38: Teknik Kapasite Değerlendirmeleri (AHP)	s. 122
Tablo 39: Hizmet Değerlendirmeleri (AHP)	s. 122
Tablo 40: Esneklik Değerlendirmeleri (AHP)	s. 122
Tablo 41: Tedarikçi İşletme Değerleri Değerlendirmeleri (AHP)	s. 123
Tablo 42: Genel Performans Değerlendirmesi (AHP)	s. 123
Tablo 43: Ana Kriterlerin Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi	s. 124
Tablo 44: Kalite Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi	s. 125
Tablo 45: Fiyat Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi	s. 125
Tablo 46: Teslimat Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi	s. 125
Tablo 47: Teknik Kapasite Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi	s. 125
Tablo 48: Hizmet Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi	s. 125
Tablo 49: Esneklik Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi	s. 126
Tablo 50: Tedarikçi İşletme Değerleri Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi	s. 126
Tablo 51: Kalite Değerlendirmeleri (GA)	s. 147
Tablo 52: Fiyat Değerlendirmeleri (GA)	s. 147
Tablo 53: Teslimat Değerlendirmeleri (GA)	s. 147
Tablo 54: Teknik Kapasite Değerlendirmeleri (GA)	s. 148
Tablo 55: Hizmet Değerlendirmeleri (GA)	s. 148
Tablo 56: Esneklik Değerlendirmeleri (GA)	s. 148
Tablo 57: Tedarikçi İşletme Değerleri Değerlendirmeleri (GA)	s. 149
Tablo 58: Genel Performans Değerlendirmesi (GA)	s. 149
Tablo 59: Kalite Değerlendirmeleri (GA+LW)	s. 162
Tablo 60: Fiyat Değerlendirmeleri (GA+LW)	s. 162

Tablo 61: Teslimat Değerlendirmeleri (GA+LW)	s. 162
Tablo 62: Teknik Kapasite Değerlendirmeleri (GA+LW)	s. 163
Tablo 63: Hizmet Değerlendirmeleri (GA+LW)	s. 163
Tablo 64: Esneklik Değerlendirmeleri (GA+LW)	s. 163
Tablo 65: Tedarikçi İşletme Değerleri Değerlendirmeleri (GA+LW)	s. 164
Tablo 66: Genel Performans Değerlendirmesi (GA+LW)	s. 164
Tablo 67: Tutarlılık Oranları (YY)	s. 200
Tablo 68: Ana Kriter Ağırlıkları (YY)	s. 200
Tablo 69: Kalite Ağırlıkları (YY)	s. 201
Tablo 70: Fiyat Ağırlıkları (YY)	s. 201
Tablo 71: Teslimat Ağırlıkları (YY)	s. 201
Tablo 72: Teknik Kapasite Ağırlıkları (YY)	s. 201
Tablo 73: Hizmet Ağırlıkları (YY)	s. 202
Tablo 74: Esneklik Ağırlıkları (YY)	s. 202
Tablo 75: Tedarikçi İşletme Değerleri Ağırlıkları (YY)	s. 202
Tablo 76: Kalite Değerlendirmeleri (YY)	s. 203
Tablo 77: Fiyat Değerlendirmeleri (YY)	s. 203
Tablo 78: Teslimat Değerlendirmeleri (YY)	s. 203
Tablo 79: Teknik Kapasite Değerlendirmeleri (YY)	s. 204
Tablo 80: Hizmet Değerlendirmeleri (YY)	s. 204
Tablo 81: Esneklik Değerlendirmeleri (YY)	s. 204
Tablo 82: Tedarikçi İşletme Değerleri Değerlendirmeleri (YY)	s. 205
Tablo 83: Genel Performans Değerlendirmeleri (YY)	s. 205
Tablo 84: k Sütunu Ters Çarpanları	s. 206
Tablo 85: k1 Sütunu Ters Çarpanları	s. 208
Tablo 86: f1 Sütunu Ters Çarpanları	s. 210
Tablo 87: tes1 Sütunu Ters Çarpanları	s. 211
Tablo 88: tk1 Sütunu Ters Çarpanları	s. 213
Tablo 89: h1 Sütunu Ters Çarpanları	s. 214
Tablo 90: e1 Sütunu Ters Çarpanları	s. 216
Tablo 91: tid2 Sütunu Ters Çarpanları	s. 217

Tablo 92: Kalite Değerlendirmeleri (YYB)	s. 219
Tablo 93: Fiyat Değerlendirmeleri (YYB)	s. 220
Tablo 94: Teslimat Değerlendirmeleri (YYB)	s. 220
Tablo 95: Teknik Kapasite Değerlendirmeleri (YYB)	s. 221
Tablo 96: Hizmet Değerlendirmeleri (YYB)	s. 221
Tablo 97: Esneklik Değerlendirmeleri (YYB)	s. 222
Tablo 98: Tedarikçi İşletme Değerleri Değerlendirmeleri (YYB)	s. 223
Tablo 99: Tedarikçilerin Genel Performans Değerlendirmesi (YYB)	s. 223
Tablo 100: Ana Kriter Ağırlıkları	s. 226
Tablo 101: Kalite Ağırlıkları (YYB+YD)	s. 227
Tablo 102: Fiyat Ağırlıkları (YYB+YD)	s. 227
Tablo 103: Teslimat Ağırlıkları (YYB+YD)	s. 227
Tablo 104: Teknik Kapasite Ağırlıkları (YYB+YD)	s. 227
Tablo 105: Hizmet Ağırlıkları (YYB+YD)	s. 227
Tablo 106: Esneklik Ağırlıkları (YYB+YD)	s. 228
Tablo 107: Tedarikçi İşletme Değerleri Ağırlıkları (YYB+YD)	s. 228
Tablo 108: Kalite Değerlendirmeleri (YYB+YD)	s. 228
Tablo 109: Fiyat Değerlendirmeleri (YYB+YD)	s. 228
Tablo 110: Teslimat Değerlendirmeleri (YYB+YD)	s. 229
Tablo 111: Teknik Kapasite Değerlendirmeleri (YYB+YD)	s. 229
Tablo 112: Hizmet Değerlendirmeleri (YYB+YD)	s. 229
Tablo 113: Esneklik Değerlendirmeleri (YYB+YD)	s. 230
Tablo 114: Tedarikçi İşletme Değerleri Değerlendirmeleri (YYB+YD)	s. 230
Tablo 115: Genel Performans Değerlendirmeleri: (YYB+YD)	s. 230
Tablo 116: Ana Kriter Sonuçları	s. 262
Tablo 117: Kalite Sonuçları	s. 262
Tablo 118: Fiyat Sonuçları	s. 262
Tablo 119: Teslimat Sonuçları	s. 263
Tablo 120: Teknik Kapasite Sonuçları	s. 263
Tablo 121: Hizmet Sonuçları	s. 263
Tablo 122: Esneklik Sonuçları	s. 263

Tablo 123: Tedarikçi İşletme Değerleri Sonuçları	s. 264
Tablo 124: Kalite Değerlendirmeleri	s. 264
Tablo 125: Fiyat Değerlendirmeleri	s. 264
Tablo 126: Teslimat Değerlendirmeleri	s. 264
Tablo 127: Teknik Kapasite Değerlendirmeleri	s. 265
Tablo 128: Hizmet Değerlendirmeleri	s. 265
Tablo 129: Esneklik Değerlendirmeleri	s. 265
Tablo 130: Tedarikçi İşletme Değerleri Değerlendirmeleri	s. 265
Tablo 131: Genel Performans Değerlendirmeleri	s. 266
Tablo 132: Tutarlılık Sonuçları (AHP ve YY)	s. 266
Tablo 133: Tutarlılık Sonuçları	s. 267
Tablo 134: YYBT Sonuçları	s. 267

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Tedarik Zinciri Örneği	s. 4
Şekil 2: Şişe Süt Ürünü İçin Örnek Tedarik Zinciri	s. 5
Şekil 3: Sabun Ürünü İçin Örnek Tedarik Zinciri	s. 5
Şekil 4: Bütünleşik Tedarik Zinciri Modeli	s. 6
Şekil 5: Tedarik Zinciri Yapısı	s. 9
Şekil 6: Tedarik Zinciri Süreci	s. 10
Şekil 7: Tedarik Zinciri Gelişim Aşamaları	s. 12
Şekil 8: Tedarik Zinciri Yönetiminin Gelişim Evreleri	s. 13
Şekil 9: Tedarik Zinciri Yönetimi Gelişimi	s. 15
Şekil 10: Tedarik Zinciri Yönetimi Fonksiyonları	s. 18
Şekil 11: Tedarik Zinciri Yönetiminin Yedi Başarı İlkesi	s. 23
Şekil 12: Kesin Küme ve Bulanık Küme Örneği	s. 53
Şekil 13: Normal Bulanık Küme ve Normal Olmayan Bulanık Küme	s. 54
Şekil 14: Konveks ve Konveks Olmayan Bulanık Küme	s. 54
Şekil 15: Üçgensel Üyelik Fonksiyonu Grafiği	s. 55
Şekil 16: α Kesim Katsayısı ve Sayıların Komşuluğu	s. 56
Şekil 17: Yamuk Sayı Komşuluğu	s. 57
Şekil 18: Üçgensel Bulanık Sayı Üyelik Fonksiyonu Grafiği	s. 58
Şekil 19: Üç Seviyeli Örnek Hiyerarşik Yapı	s. 66
Şekil 20: İki Bulanık Sayının Olabilirlik Derecesi	s. 86
Şekil 21: Yeni Tutarlılık Hesaplama İşlemi Örneği Üst Bölge	s. 107
Şekil 22: Yeni Tutarlılık Hesaplama İşlemi Örneği Alt Bölge	s. 108
Şekil 23: Yeni Tutarlılık Hesaplama İşlemi Örneği 1. Satır ve 1. Sütun Dışı	s. 108
Şekil 24: Yeni Tutarlılık Hesaplama İşlemi Örneği 4. Satır ve 4. Sütun Dışı	s. 108
Şekil 25: Problemin Hiyerarşik Yapısı	s. 113
Şekil 26: Yeni Tutarlılık Hesaplama İşlemi Üst Bölge	s. 232
Şekil 27: Yeni Tutarlılık Hesaplama İşlemi Alt Bölge	s. 232
Şekil 28: Yeni Tutarlılık Hesaplama İşlemi 1. Satır ve 1. Sütun Dışı	s. 233
Şekil 29: Yeni Tutarlılık Hesaplama İşlemi 4. Satır ve 4. Sütun Dışı	s. 233

EKLER

EK 1: Kriterlerin Tanımlanması

ek s. 1

EK 2: İkili Karşılaştırmalar

ek s. 3

EK 3: Tedarikçi Değerlendirmeleri

ek s. 8

GİRİŞ

İşletmeler arasında zamanla daha da çetin bir hale gelen bir rekabet söz konusudur. İşletmeler bu rekabet içerisinde varlıklarını sürdürmek ve bir adım daha öne geçmek için uğraş verirler. Rekabet koşulları zamanla daha da zorlaşmakta, gelişmekte ve evrimleşmektedir. İşletmeler de yaşadığı zamanın rekabet koşullarına uyum sağlamak zorundadır. Önceleri işletmeler daha çok kendi iç dünyasında gerçekleşen pazarlama, satış, finans, imalat gibi hareketler üzerinde yoğunlaşmakta iken sonraları rekabetin bir sonucu olarak ürün yaşam sürelerinin giderek kısalması, müşterilerin daha kaliteli, daha hızlı, daha ucuz ve daha farklı mal ve hizmet istekleri, kaynakların dikey bütünleşmesine dayalı hareket tarzından vazgeçmeye ve rekabet edemeyeceği alanlar ile kayıplar vermek yerine konularında deneyimli tedarikçileri ile ürün geliştirme, tahminleme , stok yönetimi, lojistik gibi birçok konuda işbirliğini geliştirmeye dayalı politikalar izlemeyi tercih etmeye başladılar. Bilgi teknolojisinin gelişmesi, küreselleşme, e-ticaretin gelişmesi, uluslararası anlaşmalar yapılması gibi çeşitli faktörler de işletmelerin iletişimlerini artırarak ortak hareket etmesini kolaylaştırmış ve gerekli kılmıştır. İşletme içi yapılan optimizasyonlar, teknoloji ve yönetim uygulamalar tedarik zinciri içerisinde de uygulanarak ve tedarik zinciri bütüncül bir yapıda incelenerek kayıpların oluşması engellenebilmektedir. Günümüzün zorlaşan rekabet ortamında işletmeler, ayakta kalabilmek için tedarik zinciri yönetimine gereken önemi vermelidir. Verimli işleyen tedarik zinciri, işletmelerin hem rekabet üstünlüğü elde etmelerini hem de pazar paylarını artırmalarını sağlamaktadır. Tedarikçiler de tedarik zincirinin ana unsurlarından bir tanesi olup; işletmeler tedarikçiler ile birçok konuda işbirliği içerisinde hareket etmek zorunda olduklarından dolayı tedarikçilerin özenle seçilmesi ve tedarikçi performanslarının ölçülmesi ile durumlarının analiz edilerek uygun stratejik kararlar alınması gerekmektedir. Tedarikçilerin incelenmesi işletmelerin karlılığında ve tedarik zincirinin etkinliğinde önemli bir değere sahiptir. Tedarikçilerin işletme ile uyum içerisinde hareket eden, beklentileri karşılayan yapısının sürekliliği sağlanmalıdır.

Bu çalışmada tedarikçilerin performansının değerlendirmesi konusu işlenecektir. Tedarikçilerin performansları işletmelerin performanslarını etkileyen önemli bir unsurdur. Zincir dahilinde olan tedarikçilerin de performanslarının kontrol edilmesi ve izlenmesi gerekmektedir. Tedarikçi performansının değerlendirilmesi çok sayıda birbiriyle çelişebilen, sayısal ve sayısal olmayan kriterlere sahip olabilen değerlendirme kriterleri gerektiren çok kriterli karar verme problemidir. Çalışmada tedarikçi performansının değerlendirilmesi problemi çözümünde çok kriterli karar verme yöntemleri olan AHP, Bulanık AHP ve önerilen yeni yöntemler kullanılmıştır.

Bu çalışmanın amacı, işletmesinin tedarikçilerinin performans değerlendirme problemine çözüm bulmaktır. Tedarikçi seçimi problemi bu alanda faaliyet gösteren her işletmenin karşılaştığı en önemli sorunlardan biridir. Ele alınan tedarikçi performans değerlendirme problemi birden fazla çelişen kriteri içerdiği için çok kriterli karar verme problemlerine örnek olarak verilebilir. Bu tez çalışmasının diğer bir amacı işletmenin bu probleminden yola çıkarak problem üzerine bir model oluşturarak hem işletmelere hem de akademik çevreye yararlı bilgiler sunabilmektir.

Literatür araştırması sonucunda çalışmada kullanılan yöntemler AHP, Bulanık AHP ile yapılmış pek çok çalışma olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Bu çalışmalar farklı alanlardaki problemlere çözüm bulma amacını taşımaktadır. Araştırma sonucunda alanında tedarikçi seçimiyle ilgili detaylı ve yenilikçi bir çalışmalara pek rastlanılmamıştır. Bunun yanında, yapılan çalışma sunulmakta olan yeni yöntem önerileri ile çok kriterli karar verme yöntemleri üzerine katkıda bulunmayı amaçlamıştır.

Ayrıca, incelenen ilgili çalışmalarda sıkça kullanılan yöntemlerde değerlendirmeler yaparak mevcut çoklu durumları farklı açılardan göz önüne alan detaylı ve açıklamalı çalışmaya rastlanmamıştır. Tez çalışması ile var olan bu boşlukları doldurmak amaçlanarak konuyla ilgili bir kaynak oluşturulmuştur.

Tedarikçi değerlendirme ve seçimi problemi, bir işletmenin başarısını önemli ölçüde etkileyen karar verme problemlerinden birisidir. Bu çalışmada da bir işletmenin tedarikçi performans değerlendirme problemine ve diğer çok kriterli değerlendirme problemlerine yeni yöntemler ve çözümler ile yeni bakış açılarının sağlanması amaçlanmıştır.

BİRİNCİ BÖLÜM

TEDARİK ZİNCİRİ

Tedarik; gereksinim duyulan bir ürünün doğru zaman, doğru şekil ve doğru miktarda uygun maliyet ile temin edilmesidir. Temin edilen ürünün tedarikçi tarafından üretilmesi için kendi hammaddelerinin tedarikini de aynı şekilde sağlanması gerekir. Bu şekilde ilk maddeye kadar giden bir tedarik zinciri oluşur. Tedarik zinciri, bir ürünün ilk maddesinden başlayarak, tüketiciye ulaşması ve geri dönüşümünü de içeren tüm süreçlerde yer alan tedarikçi, üretici, distribütör, perakendeci ve lojistikçilerden oluşan bir bütündür (Tanyaş, 2010: 19).

1.1. TEDARİK ZİNCİRİ TANIMLAMALARI

Tedarik zincirinin birçok farklı tanımlamaları bulunmaktadır. Bu tanımlamalardan bazıları şunlardır:

Tedarik zinciri teknik olarak, malzeme tedariki işlemlerini yerine getiren, bunları yarı mamul ve mamullere dönüştüren ve daha sonra bunları dağıtım kanalıyla müşterilere ulaştıran hizmet ve dağıtım seçeneklerinden oluşan şebekedir. Bu şebeke, malzemelerin sağlanması, bu malzemelerin ara ve tamamlanmış ürünlere dönüşümü ve tamamlanmış ürünlerin müşterilere dağıtım fonksiyonlarını yerine getirir (Kağnıcıoğlu, 2007: 19).

Tedarik zinciri; arzın ve talebin yönetilmesi, hammaddelerin tedariki, üretim ve montaj, depolama, envanter yönetimi, sipariş yönetimi ve müşterilere ürünlerin dağıtım vb. faaliyetleri kapsar ve tüm bu faaliyetlerin sürdürülebilmesi için gerekli olan bilgi sistemlerini de içerir (Akman ve Alkan, 2006: 24).

APICS Dictionary The Association For Operations Management'ta tedarik zinciri: "Hammaddenin alımından, mamulün nihai müşteriye ulaştırılmasına kadar olan süreçteki bilgi akışını, fiziksel akışı ve nakit akışını düzenleyerek, mamul veya hizmeti teslim etmek için kullanılan bir ağıdır." şeklinde tanımlanmıştır (Walker, 2005: 93).

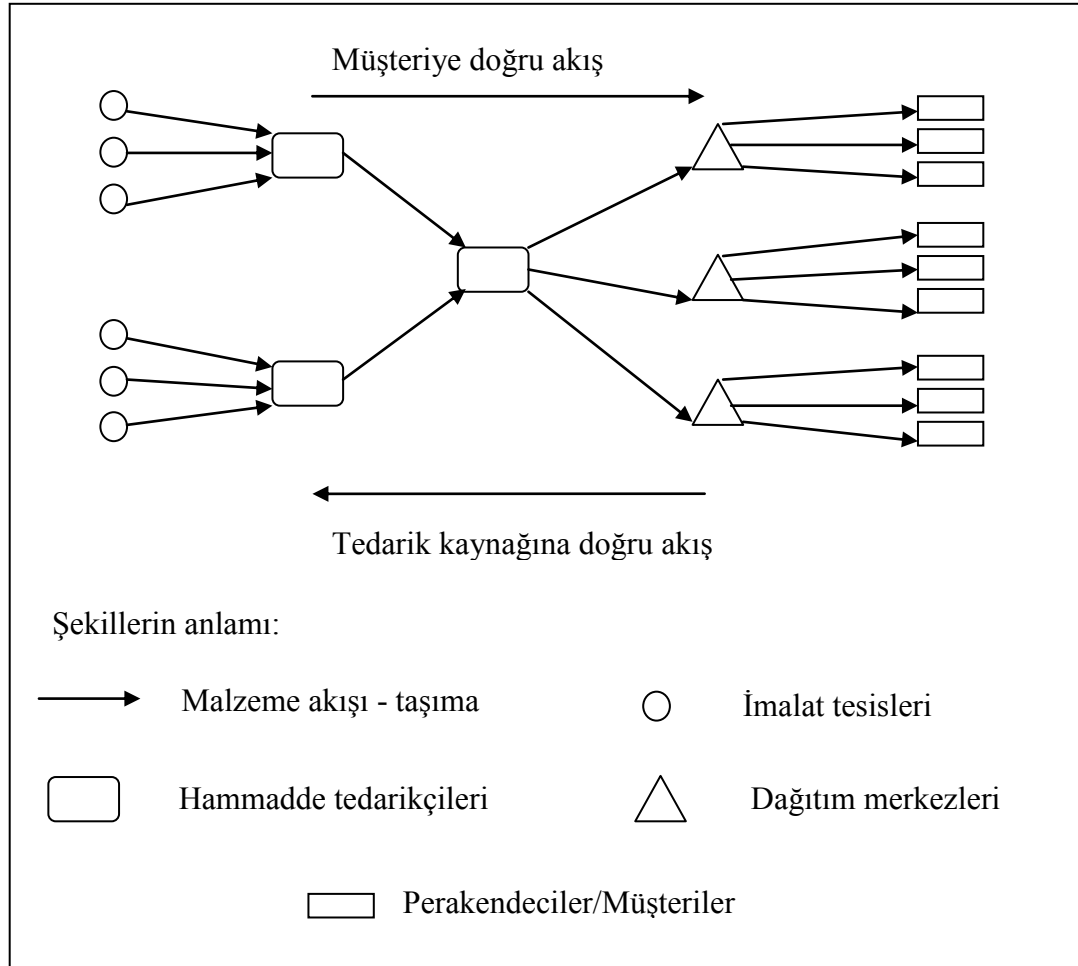
Tedarik zincirleri; tedarikçiler, imalatçılar, perakendeciler ve müşteriler arasında iletişim, projeleri ortak bir alan üzerinden takip etme ve üretme, müşteri

isteklerinin en etkin ve verimli bir şekilde karşılanabilmesi, kaynakları en etkin biçimde kullanmak, verimliliği artırmak, maliyetleri azaltmak, planlı, hızlı ve esnek bir tedarik, üretim ve dağıtım zincirini ortaya çıkarabilmek ve gerçekleştirmek temelleri üzerine ortaya çıkmış bir zincir grubudur (Waters, 2003: 7).

Tanımlar ve tanım içinde yer alan zincir elemanları ve akış yönleri şekil 1 üzerinde gösterilmektedir.

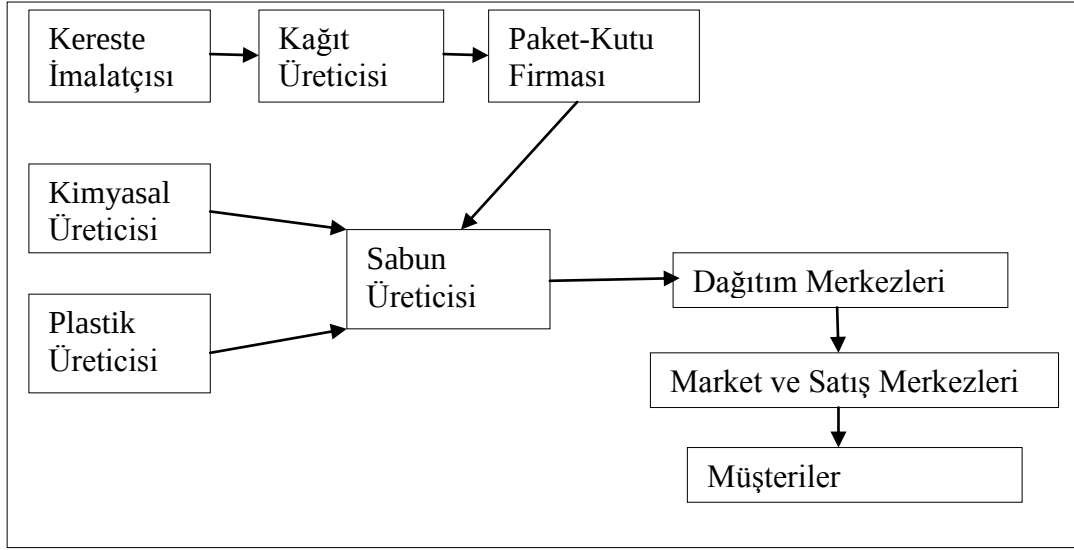
Hammadde temininden başlayarak, onları ara mal ve nihai ürünlere çeviren ve nihai ürünleri müşterilere dağıtan, üretici ve dağıtıcıların dahil olduğu ağ olan tedarik zinciri şekil 2 ve şekil 3 ile ürün bazında şema halinde örnek verilmiştir.

Şekil 1: Tedarik Zinciri Örneği



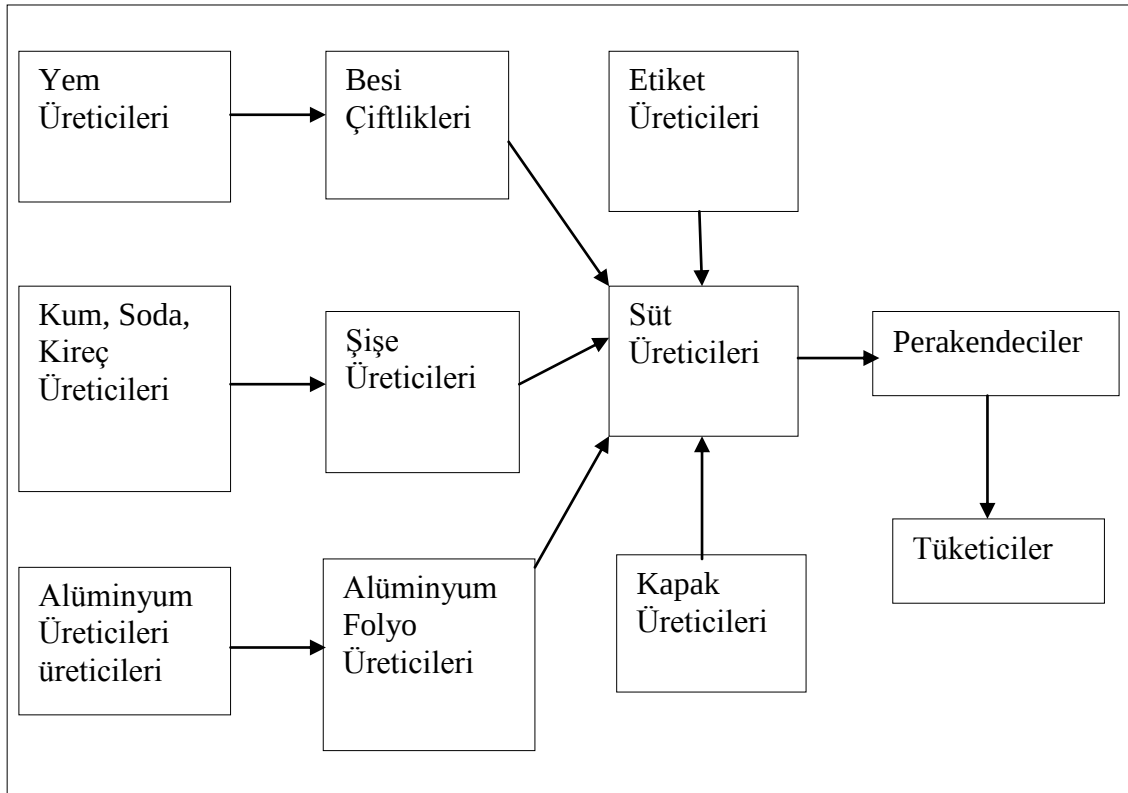
Kaynak: Teigen, 1997: 5.

Şekil 2: Sabun Ürünü İçin Örnek Tedarik Zinciri



Kaynak: Yazar tarafından çizilmiştir.

Şekil 3: Şişe Süt Ürünü İçin Örnek Tedarik Zinciri



Kaynak: Tanyaş, 2010: 20.

1.2. TEDARİK ZİNCİRİNİN FONKSİYONLARI

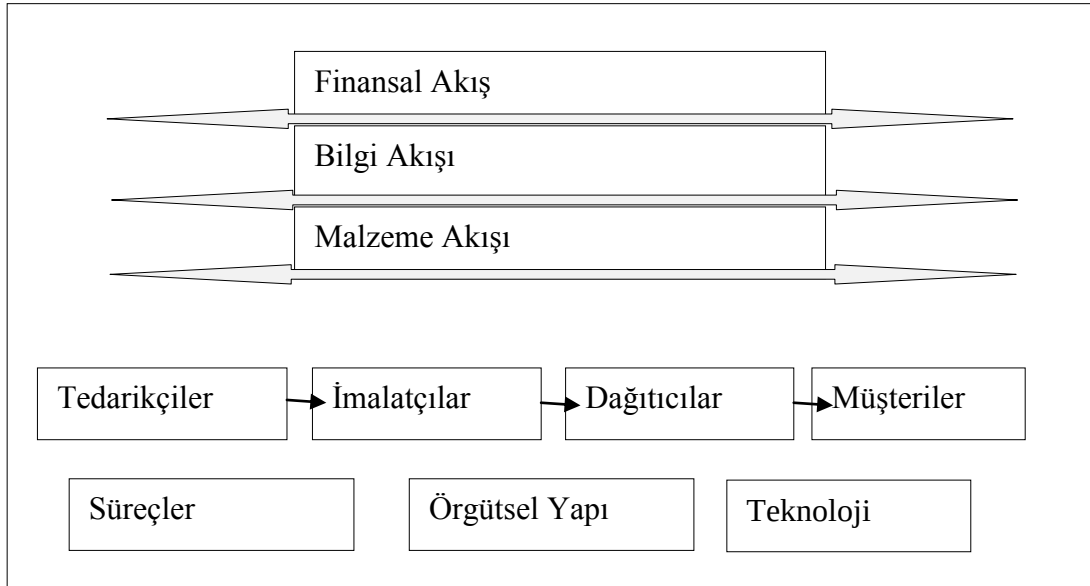
İşletmelerde; satın alınacak mallarla ilgili piyasa araştırmaları yapılması, tedarik edilecek mallara olan taleplerin değerlendirilmesi, tedarik kaynakları ile ihtiyaçlar arasında ilişkilerin kurulması, satın alınan malların işletmeye taşınması ve depolanması ile ilgili tedarik bölümünün dört temel işlevi bulunur.

Tedarik zinciri; tedarik, ürün tasarımı, üretim planlaması, malzeme yönetimi, sipariş hareketleri, envanter yönetimi, nakliye hizmetleri, depolama hizmetleri ve müşteri servislerini içerisinde barındırır.

Tedarik zinciri, iş ortamındaki malzeme(mamul), bilgi ve finansal akışı temsil etmekte olup işletme içinde ve işletmeler arası birçok fonksiyonla iç içe çalışmaktadır (Akkermans, 2003: 287).

Mamul veya hizmetin alıcıya ulaşana dek geçtiği tüm basamakları kapsayan tedarik zinciri; süreçler, örgütsel yapı ve teknoloji kullanımı gibi üç unsur tarafından desteklenmektedir.

Şekil 4: Bütünleşik Tedarik Zinciri Modeli



Kaynak: Kağnıcıoğlu, 2007: 21.

Malzeme akışı, tedarikçilerden müşterilere uzanan ileri yönlü fiziksel ürün akışı ve iade, servis, geri dönüşüm ve imhalardan oluşan geriye dönük akıştan oluşmaktadır.

Tedarik zinciri üyeleri arasında bilgi akışı malzemelerin ve ürünlerin fiziksel akışından önce ve sonra önemli kazanımlar elde etme fırsatı vermektedir.

Zincir elemanları arasındaki ilişkilerin kalitesini yükselterek işletmenin stok maliyetlerinin azalmasına, daha kısa sipariş karşılama süreleri ile daha hızlı ve güvenilir teslimat, pazara çabuk yanıt verebilme gibi müşteri memnuniyetini artırıcı kabiliyetlerin kazanılmasına yardımcı olacaktır. Paylaşılan bilgi düzeyindeki ve kalitesindeki artış tedarik zincirinin performansının iyileştirilmesinde; toplam maliyetleri düşürerek ve müşteri hizmet düzeyini arttırarak olumlu katkıda bulunacaktır (Yu, Yan ve Cheng, 2001: 114).

Finansal akış ise kredi bilgileri, ödeme çizelgeleri ve patent hakkı gibi düzenlemeleri içermektedir.

Tedarik zinciri içindeki malzemeden bilgiye kadar tüm akışın bir maliyeti bulunmaktadır. Bu nedenle, bu akışın yönetimi başarılı olmasında büyük öneme sahiptir. Başka bir deyişle bu akışın en uygun yönetimi tedarik zincirinin başarısında anahtardır (Kağncıoğlu, 2007: 22).

1.3. TEDARİK ZİNCİRİ KATILIMCILARI

Tedarik zincirinin katılımcıları olarak tedarikçinin tedarikçisi, nihai tedarikçi, müşterinin müşterisi, nihai müşteri, zincirdeki tüm işletmeye hizmet sağlayan işletmeler, dağıtıcılar (distribütörler), toptancılar, perakendeciler ve endüstriyel ve nihai tüketiciler zinciri sayılabilir. Tedarik zincirinin yapısı, katılımcıları ile birlikte temelden genişletilmiş yapıya doğru oluşumu şekil 5 üzerinde belirtilmeye çalışılmıştır.

Üreticiler ya da imalatçılar, mal ve/veya hizmet üreten işletmelerdir. Hammadde ve nihai ürün üreticileri de bu kapsamdadır. Üretilen ürünler somut veya soyut nitelikte olabilirler. Somut olanlar genel kapsamda bir hacim işgal eden, taşınma eğilimi gösteren ürünlerdir. Bu ürünler genellikle endüstriyel ürünlerdir. Soyut ürünler ise tasarım, yazılım, sanat, eğlence türünden ürünlerden oluşur.

Dağıtıcılar - (distribütörler), üreticilerden toptan olarak mal / hizmet alırlar ve müşterilerine ulaştırmakla sorumludurlar. Bireysel müşterinin aldığından daha çok miktarda ürün alır ve satarlar. Bu yapısı sebebiyle toptancı olarak tanıtılmaktadırlar.

Stok tutma stratejisi ile ürünlerin istenilen zaman ve istenilen yerde olmasını sağlama eğilimindedirler. Stok yönetimi, depo operasyonları ve ürün taşımacılığı, müşteri desteği ve satış sonrası hizmet de sağlarlar. Temelde ürün satışı ve promosyon uygulamalarını sağlamaktadırlar. Bazı durumlarda da ürün sahipliğini üstlenmeyerek sadece satış ve promosyon işlemlerini gerçekleştiren dağıtıcı, üretici ve müşteri arasında konumlanan komisyoncular ürünlerin müşterilerine ulaşmasında aracı olurlar.

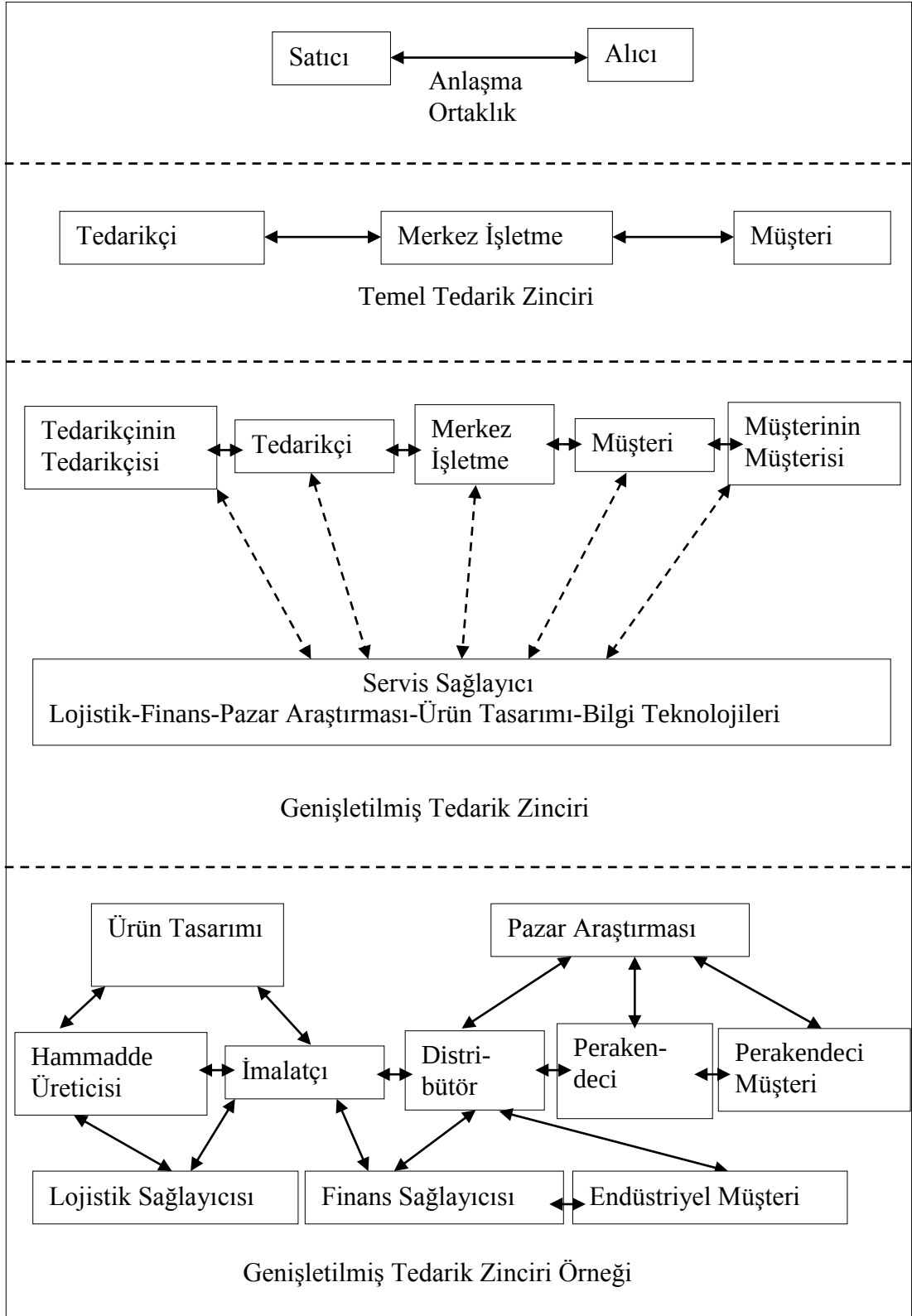
Perakendeciler, ürün stoklar ve nihai tüketicilere küçük miktarlarda satış yaparlar. Müşterilerle doğrudan iletişim içerisine girerler, tercih ve talepleri takip ederler. Fiyat, ürün, hizmet fonksiyonları üzerinden müşteri talebini çekmeye çalışırlar. İndirimli ürün sunan, belirli özellikte ürün satan veya ürünlere erişimde hız ve kolaylık sağlayan işletmeler yapı ve koşullara uygun pozisyon alarak müşterilerin dikkatini çekmeye çalışmaktadırlar.

Müşteri bir ürünü satın alandır. Tedarik zincirinin önemli bir halkası olan müşterilerin ihtiyaç ve istekleri yanı sıra şikâyet ve beklentileri açısından da izlenmesi ve beklentilerinin karşılanması gerekmektedir. Tedarik zincirinde ürünü satın alan müşteri, şahıs veya işletme olabilir. Müşteri aldığı ürünü hareket yapısına göre yeni bir ürün üretiminde kullanabilir, doğrudan tüketebilir, yeniden satabilir.

Hizmet (servis) sağlayan işletmeler, üreticilere, dağıtıcılara, perakendecilere ve müşterilere hizmet sağlarlar. Bu hizmetleri ihtiyaç duyan işletmeden daha iyi yapabildikleri için daha karlı ve verimli sonuçlar ortaya çıkması söz konusudur. Taşıma ve depolama, finansal hizmet, pazar araştırma ve reklam işleri, ürün tasarımı, mühendislik hizmetleri, yasal hizmetler ve yönetim danışmanlığı, bilgi teknolojileri ve veri toplama, saklama ve analiz etme gibi görevleri yerine getiren servis sağlayıcıları bulunmaktadır. Bütün bu hizmet işletmeleri de tedarik zincirinden ayrı tutulamayacak entegre düşünülmesi gereken yapılardır.

Temel tedarik zinciri; işletme, tedarikçileri ve işletmenin müşterilerinden oluşur. Genişletilmiş tedarik zincirleri bu basit yapıya ek olarak üç tür katılımcıyı daha kapsamına almaktadır. Genişletilmiş tedarik zincirlerinin başlangıcında tedarikçinin tedarikçisi ya da nihai tedarikçi bulunur, sonunda ise müşterilerin müşterisi ya da nihai müşteriler yer alır. Son olarak da tedarik zincirinde bulunan tüm işletmelere servis - hizmet sağlayan işletmeler bulunur.

Şekil 5: Tedarik Zinciri Yapısı



Kaynak: Hugos, 2003: 27.

1.4. TEDARİK ZİNCİRİ FAALİYETLERİ

Tedarik zinciri faaliyetleri, çeşitli kaynaklarda farklı şekillerde sıralanmışlardır.

Taşıma, depolama, stok kontrolü, sipariş süreçleme ve bilgi yönetimi; tedarik zincirinin temel faaliyetleridir (Ferreira, Leitaó ve Azevedo, 2007: 1362).

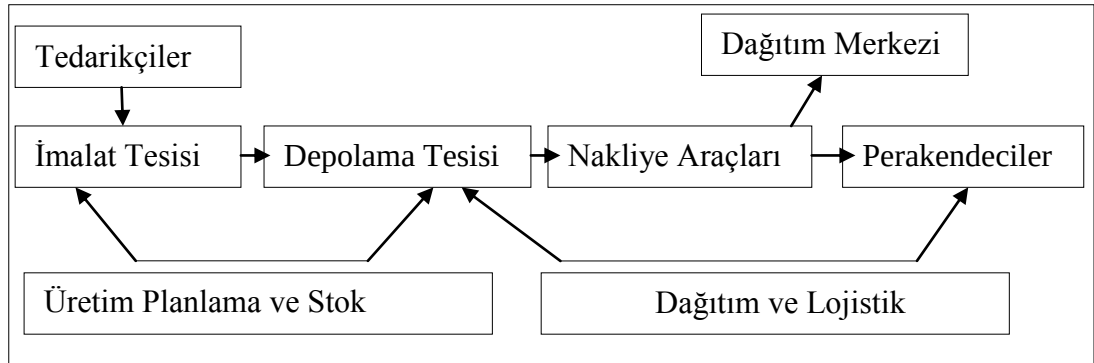
Tesis yerleştirme, taşıma, stok yönetimi, iletişim ve materyal aktarımıdır (Rabinovich, Windle, Dresnerv ve Corsi, 1999: 354).

Temel faaliyetler ve destek faaliyetler olarak ayrılabilir. Temel faaliyetler; taşıma, stok yönetimi, müşteri hizmetleri, sipariş süreçleme ve talep tahminidir. Destek faaliyetler ise paketleme, yerleştirme, depolama, satın alma ve üretim planlamasıdır (Taskin ve Durmaz, 2010: 171).

Tedarik zinciri iki temel bütünleşik süreci içerir:

- 1) Üretim planlama ve stok kontrol süreci,
- 2) Dağıtım ve lojistik süreci (Beamon, 1998: 285).

Şekil 6: Tedarik Zinciri Süreci



Kaynak: Beamon, 1998: 284.

1.5. TEDARİK ZİNCİRİNİN AMACI

Tedarik zincirinin amacı toplam değeri maksimize etmektir. Optimizasyonlar, teknoloji ve yönetim uygulamaları tedarik zinciri içerisinde uygulanarak ve tedarik zinciri bütüncül bir yapıda incelenerek kayıpların oluşması engellenmektedir. Rekabetçi avantajı sağlayacak şekilde pazar ve dağıtım kanalları ile tedarik ve imalat

operasyonlarını birbirine bağlamak, maliyet tasarrufları ve satış artışlarından sağlanacak yararlarla daha iyi hizmet düzeyi ve daha yüksek karlılık elde etmek tedarik zincirinin amaçlarındandır.

Bir tedarik zinciri son ürünün müşteri için değeri ile tedarik zincirinin müşteri ihtiyacını karşılamak için harcadığı çaba arasındaki fark üzerinden değeri belirtilir. Tedarik zincirinin başarısı, belirli bir aşamadaki, bölümdeki karlılık ile değil tedarik zincirinin bütüncül karlılığı üzerinden değerlendirilmelidir.

1.6. TEDARİK ZİNCİRİ KONUSUNUN GELİŞİMİ

Tedarik zinciri kavramı 1980'lerin sonlarında ortaya çıkmış ve 1990'larda yaygınlaşmıştır. Önceleri lojistik operasyon yönetimi kavramı yaygın iken tedarik zinciri kavramı daha çok kullanılır hale geldi. Tedarik zinciri yönetimi kavramı ile geleneksel lojistik kavramı aynı kavramlar olmamakla beraber, lojistik tek bir organizasyonun içindeki eylemleri (tedarik, dağıtım, bakım onarım ve stok yönetimi gibi) içermekteyken; tedarik zinciri birlikte çalışan ve ürünün pazara dağıtım eylemlerini uyumlaştıran bir ağı temsil eder ve lojistik eylemlerine ek olarak pazarlama, yeni ürün geliştirme, finans ve müşteri hizmetleri gibi diğer eylemleri de içerir.

Günümüzde bilgi ve iletişim teknolojileri ile yeni yönetim anlayışlarındaki gelişmeler de işletmeleri tedarik zincirleri oluşturmaya yöneltmiştir. Rekabet koşulları da her bir faaliyetin uzmanlaşmış olarak yapılması zorunluluğu ortaya çıkarmış olup konusunda uzmanlaşmış işletmelerin biraraya gelerek ortak bir şekilde çalışmaları gerekmiştir. Küreselleşme, rekabetçi pazarlar ve ilerleyen teknoloji işletmelerin en iyi yaptığı işlere ya da temel yeteneklerine odaklanarak işleri beraber sürdürdükleri tedarik zincirlerinin değerini artırmışlardır.

Şekil 7: Tedarik Zinciri Gelişim Aşamaları

Yönetim	Yönetim Odak Noktası	Örgütsel Tasarım
Aşama 1:1960'lara kadar		
Depolama ve Nakliye	Operasyon performansı Satış/pazarlama için destek Depolama Stok kontrolü Nakliye etkinliği	Merkezileşmemiş lojistik fonksiyonu Lojistik fonksiyonları arasında zayıf bağlar Çok az lojistik yönetim yetkisi
Aşama 2:1980'lere kadar		
Toplam Maliyet Yönetimi	Lojistik merkezileşmesi Toplam maliyet yönetimi Operasyonların optimizasyonu Müşteri hizmetleri Rekabet avantajı olarak lojistik	Merkezleştirilmiş lojistik fonksiyonları Lojistik yönetim yetkisinin artan gücü Bilgisayar uygulamaları
Aşama 3:1990'lara kadar		
Bütünleşik Lojistik Yönetimi	Lojistik planlama Tedarik zinciri stratejileri İşletme fonksiyonları ile bütünleşme Kanal operasyon fonksiyonları ile bütünleşme	Lojistik fonksiyonların genişlemesi Tedarik zinciri planlama TQM için destek Lojistik yönetim fonksiyonlarının genişlemesi
Aşama 4:2000'lere kadar		
Tedarik Zinciri Yönetimi	Tedarik zincirine stratejik bakış Extranet teknolojisinin kullanımı Evrimsel kanal birleşmelerinin artması Kanal yetkinlikleri için işbirlikleri	Ticaret ortaklığı ağı Sanal organizasyon Pazar evrimi Benchmarking ve reengineering Tedarik zinciri TQM matrisi
Aşama 5:2000 sonrası		
E-Tedarik Zinciri Yönetimi	İnternetin tedarik zinciri kavramına uygulanması Bütün veritabanlarının düşük maliyetli anlık paylaşımı E-bilgi Tedarik zinciri senkronizasyonu	Çoklu kurumsal tedarik zinciri ağı .com,elektronik perakendecilik ve pazar mübadeleleri Örgütsel çeviklik ve ölçme kabiliyeti

Kaynak: Ross, 2008: 98.

İKİNCİ BÖLÜM

TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ

2.1. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ GELİŞİMİ

Tedarik zinciri yönetimi konusundaki gelişmeler, taktik ve operasyonel alandan stratejik konulara doğru ivme kazanmaktadır. Tedarik zinciri yönetimindeki disiplinlerden tedarik zinciri stratejilerine geçilmektedir. Şekilde tedarik zinciri yönetimindeki gelişmeler tarihsel olarak belirtilmektedir.

Şekil 8: Tedarik Zinciri Yönetiminin Gelişim Evreleri

Pazarlama bilim dalındaki gelişmeler		Pazarlama kavramlarındaki gelişmeler 1950'ler, 1960'lar	Fonksiyonel tabana dayalı süreç yerine stratejik etkinliğe dayalı pazarlama bakış açısı	
Satın alma ve Tedarik/operasyonlar yönetim alanındaki gelişmeler				
Satın alma, büro işleri/idari işler	Envanter odaklı lojistik	Malzeme yönetimi	Bütün ik lojistik operasyonlar	Pazarlama ve tedarik stratejilerinde bütünleşme
Yönetimde Odaklılık	Yönetimde işlevsel yaklaşımlar		İşletme içi bütünleşme	İşletme dışı bütünleşme
1939 öncesi	1939-1946	1946-1969	1970'ler 1980'ler	1990'lar 2000
			TZY'inde gelişmeler	TZ Stratejisinde gelişmeler

Kaynak: Hines, 2004: 20.

1920'lerde büyük marketlerin oluşması ve kitle üretimin yoğunlaşması sonucunda önemi artan, üretilen çok miktarda ürünün perakende merkezlerine ulaştırılması probleminin çözülmesi için bir fiziksel dağıtım sistemine gereksinimin duyulmasına sebep oldu. Fiziksel dağıtım; son ürünün üretim hattı sonundan tüketiciye ve hammaddelerin kaynaktan üretim hattına kadar olan fiziksel hareketinin

etkin ve verimli gerçekleşmesini sağlayacak nakliye ve depolamayı birlikte uygulayan kavramdır. Tedarik zinciri yönetiminin ilk aşaması olarak kabul edilen fiziksel dağıtım aşaması ile ilgili ilk vurgu Bowersox tarafından yapılmıştır. Bowersox, fiziksel dağıtım düşüncesindeki ilgili akımları gözlemlemesine ek olarak, dağıtım fonksiyonunun firma dışında, kanal-içi entegrasyonla, rekabetçi bir avantaj sağlayacağını öne sürmüştür (Bowersox, 1969: 72).

1960'larda fiziksel dağıtımdan geniş,çeşitli ve küçük hacimli üretime yönelimler sonucunda lojistik kavramına geçilmeye başlanarak 1985 yılında lojistik kavramı kullanılmaya başlanmıştır.

Houlihan, firmanın stratejik kararları ile lojistik odaklılığı birleştirerek, tedarik zincirini tek bir olgu olarak ele alarak literatür üzerinde ilk defa tedarik zinciri kavramını kullanmıştır (Houlihan, 1985: 23).

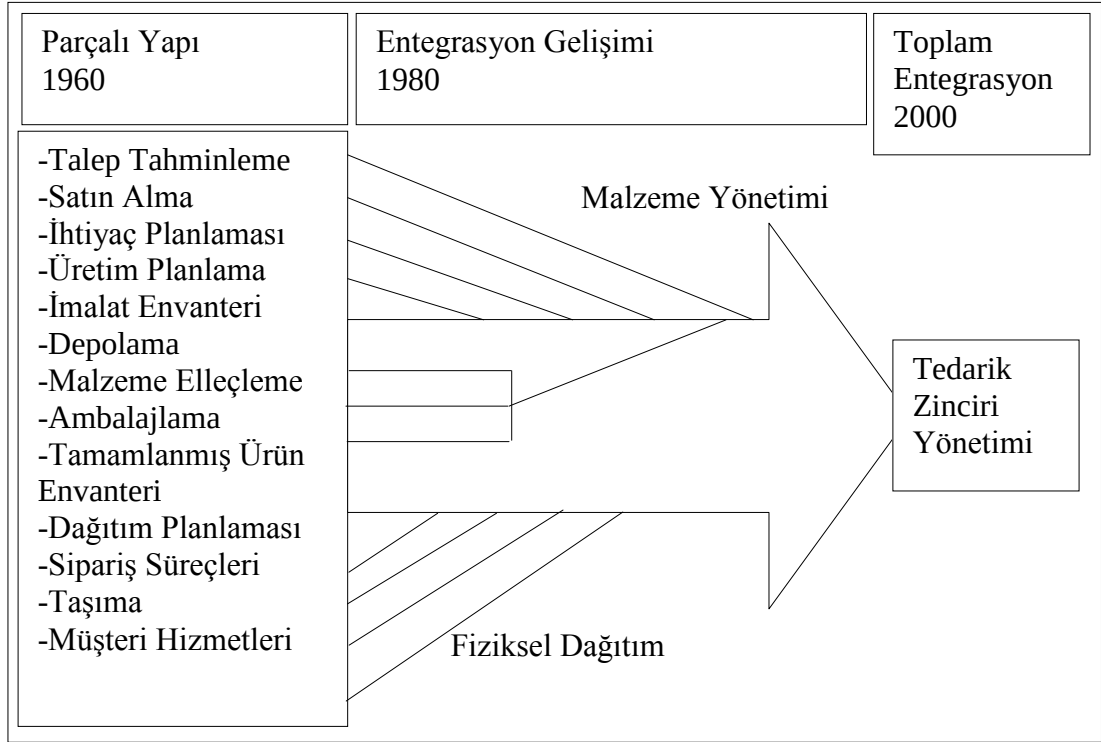
1990'ların ortasından sonra tedarikçilerden alınan mal ve hizmetlerin müşteri memnuniyetine olan etkisinin farkına varıldı, kaliteli mal üretmek ile beraber üretilen ürünleri müşteriye ne zaman, nerede, nasıl ve istenen miktarda, maliyeti etkin bir yöntemle ulaştırmak amaçlandı. Bu gelişmeler sonucunda, firma yöneticileri kendi firmalarının yönetimine , kendilerine girdi temin eden firmaların yer aldığı ağı ve aynı zamanda son müşteriye ürünleri ulaştıran ve satış sonrası hizmetleri veren firmaların yer aldığı ağı bütününe yönetiminini entegre etmeleri gerektiğini anladılar (Handfield and Nicholas, 1999: 43).

Daha sonraları ise kurumlar arası bilgi aktarım ve iletişim sistemleri gelişmesi ile beraber tedarik zinciri yönetimi aşamasına geçildi.

Zaman içerisinde tedarik zinciri yönetimi gelişimi şekil 12 üzerinde parçalı yapıdan toplam entegrasyonun olduğu yapıya dönüşümü gösterilmektedir.

İşletme yönetimi ve lojistik kavramının gelişimi ile birlikte iş anlayışı ve pazar yapısı sırasıyla üretim,satış,pazarlama merkezli yönelimler ile yoğunlaşarak 1900'lü yıllardan 1950'lere gelindi, 1980'li yıllardan itibaren hizmet anlayışı gelişimi ile beraber müşteri odaklılık, pazar merkezli hareketler değer kazanmış olup hızlı küresel rekabet ile işletmeler düşük maliyet, yüksek kalite ve daha geniş tasarım esnekliğine sahip ürünler üretmek zorunda kaldılar.1960'lı yıllardaki parçalı yapıdan 1980'lerde entegrasyon aşamasına ve günümüzde “Tedarik Zinciri Yönetimi” anlayışına dönüşmüştür (Çancı ve Erdal, 2003: 49).

Şekil 9: Tedarik Zinciri Yönetimi Gelişimi



Kaynak: Çancı ve Erdal, 2003: 40.

2.2. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ TANIMLAMALARI

Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri Konseyine (Council of Supply Chain Management Professionals - CSCMP) göre, Tedarik Zinciri Yönetimi (TZY); tedarik zincirinin ve bu zincir içinde yer alan tüm şirketlerin uzun vadeli performanslarını arttırmak amacıyla, söz konusu şirketlere ait işletme fonksiyonları ve planlarının, zincirdeki tüm şirketleri kapsayacak şekilde, sistematik ve stratejik koordinasyonudur (Tanyaş, 2010: 22).

Tablo 2 üzerinde tedarik zinciri yönetimine ilişkin tanımlamalar tarihsel bir periyot içinde ele alınarak sıralanmıştır.

Tablo 1: Tedarik Zinciri Yönetimi Tanımlamaları

YAZARLAR	TANIMLAR
Oliver ve Webber (1982).	TZY, müşteri ihtiyaçlarını olabildiğince etkili bir şekilde karşılanması amacıyla yapılan planlama, kontrol, uygulama işlemleri bütünüdür. TZY, hammaddelerin depolanmasını, envanter işlemlerini ve son ürünün ilk kökeninden tüketim noktasına kadar olan tüm hareketlerini kapsar.
Ellaram (1991)	Tedarikçiden beklentileri karşılanmış (müşteri memnuniyeti sağlanmış) müşteriye doğru malların hareketlerini kontrol eden süreçler, sistemler ve örgütlerin bütünleştirilmesidir.
Berry ve diğerleri (1994)	TZY uzun dönemli kalıcı ilişkiler geliştirmek üzere, yönetsel kaynakları serbest bırakmak amacıyla, belirli orijinal ürün üreticilerinin tedarikçi bağıllığını azaltma, yeni ürünler geliştirme ve pazar ihtiyaçları konusunda bilgi değişimini ve güven oluşturmaya kapsar.
Sweeney (2007)	TZY işletme ve işletmenin tedarik zinciri uzun dönem performansını geliştirmek amacıyla yapılan geleneksel iş fonksiyonlarının ve taktiklerinin sistematik ve stratejik koordinasyonudur.
Kaminsky and Simchi-Levi (2008)	TZY, tedarikçilerin, üreticilerin, depoların ve mağazaların verimli bir şekilde entegrasyonunu sağlamak amacıyla yapılan yaklaşımlar dizisidir ki böylece ürünlerin doğru yerlere, doğru zamanda, doğru miktarda üretilmesi ve dağıtılması işlemlerini gerçekleştirerek hizmet seviyesindeki gereksinimleri tatmin edici bir düzeyde karşılarken sistemin geniş maliyetlerini en aza indirilmesi sağlanır.
Wisner, Tan ve Leong (2012)	TZY, ticaret partnerleri ile yapılan ilk hammadde elde edilmesinden son müşteriye ulaşana kadar olan ara işleme - yarı mamul üretimleri, taşıma ve depolama faaliyetleri ve son ürünün müşteriye satışını içeren tüm anahtar iş süreçlerinin entegrasyonudur.

Kaynak: Shukla, Garg ve Agarwal, 2011: 2062; Felea ve Albăstroiu, 2013: 80.

2.3. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNİN AMAÇLARI

Tedarik zinciri yönetiminin amaçları içerisinde geleneksel amaçlar dışında tedarik zinciri yapısına göre değişiklik gösterebilen spesifik amaçlar da bulunabilir. Her tedarik zinciri bütün zincir halkaları için ortak, kesinleştirilmiş belirli amaçlarını geliştirir, bu amaçlara ilişkin faaliyetleri hedeflerine ulaşmak maksadıyla uygular (Tan, 2001: 40). Bu amaçlar:

Müşteri memnuniyetini sağlamak amacıyla değer katma:

Tedarik zinciri işletmelerinin odak noktası tedarik zincirinin para kaynağı olan uç-son müşteriler olmalıdır. Son müşterilerin memnuniyetinin sağlanması rekabette başarılı olmak için esastır. İşletmelerin değer katmaları kendi yetenekleri ile değer oluşturan fonksiyonlarını verimli olarak organize etme yetenekleri, tedarik zinciri üyelerinin birbirleri arasında sağlanacak uyum ölçüsünde verimlidir (Dunne, 2001).

Değer artırma işlemi zincirin ilk seviyesinden başlanması ve tedarik zincirinin olabildiğince bütününe yayılması gerekmektedir.

Tüm tedarik zinciri ortak üyelerinin verimliliğini, pazar paylarını ve karlılıklarını artırmak:

Tedarik zinciri üyeleri arasında sağlanan uyum üretim girdilerinin istenen zamanda erişilebilir olması, zincir boyunca tüm kaynakların verimliliği için optimizasyonların yapılabilmesi ve üretim hacmini artırılabilmesi imkanlarını sağlamaktadır (Fawcett, Ellram ve Ogden, 2007).

Tedarik zinciri üyelerinin uyumlu düşünme ve davranışları sonucunda lojistik operasyonlar geliştirilerek, üretimde varsa yeni verimli kombinasyonlar ve yöntemler uygulanarak...v.b. tedarik zincirinin her bir üyesinin üretim ve pazarlama yeteneğini geliştirmiş olur.

Riskleri azaltmak:

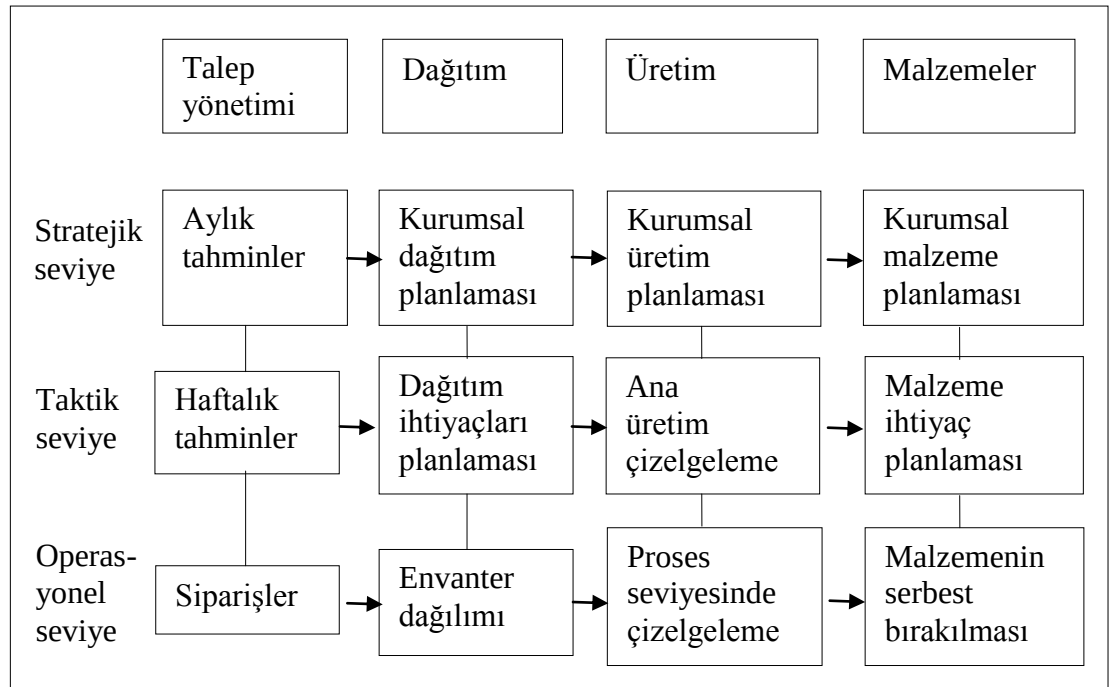
Risk, istenmeyen bir olayın meydana gelme olasılığı ve bu olayın meydana getirebileceği tetiklemeler ile oluşabilecek olumsuz etkileri kapsar. Riskler tedarikçi kaynaklı, üretici kaynaklı, müşteri kaynaklı veya çevresel faktör kaynaklı olabilir. Riskler belirlenip değerlendirmeler yapıldıktan sonra risk önleyici ve oluşma olasılığını azaltıcı işlemler yapılır. Gerçekleşen risklerde ise risk etkilerini azaltacak

ve dağıtacak işlemler yapılır. Zincir üyeleri arasında sağlanan uyum ve bütüncül hareket ile beraber risklerin azaltılması ve risklerin meydana gelmesinden önce ve sonra daha etkili önlemlerin alınabilmesi imkanını artırmaktadır.

2.4. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNİN FONKSİYONLARI VE KARAR SEVİYELERİ

Tedarik zinciri yönetimi fonksiyonları şekilde belirtildiği üzere stratejik seviye, taktik seviye ve operasyonel seviyede çalışmaktadır.

Şekil 10: Tedarik Zinciri Yönetimi Fonksiyonları



Kaynak: Fox, Chionglo ve Barbuceanu, 1993: 54.

Stratejik seviyede altı aylık ve daha uzun süreli geçerli tüm tedarik zinciri üzerinde işlenen üretimin yeri ve kaynak araştırması stratejileri gibi konular; taktik seviyede tüm tedarik zinciri yerine aşamalar arası veya bölgesel bazda birkaç haftalık veya aylık çalışmaları içeren tahmin yürütme, planlama, gibi konular ve operasyonel seviyede saatlik veya birkaç günlük yapılan envanter dağıtımı, detaylı çizelgeleme kararları gibi konular ele alınmaktadır.

Tablo 2: Tedarik Zinciri Yönetimi Sınıflandırmaları

TZY'nin Sınıflandırılması	Zaman Ölçeği	Uygulandığı Yer	Kullanılan Veri Seti	Faaliyetler
Stratejik	6 aylık, yıllık veya daha uzun	Tüm TZ	Yeni ürün aileleri ve stratejileri ne olacak? Hangi bölgelerde tesis açılacak? Hangi dağıtım kanalları kullanılacak?	Dağıtım ağlarının tasarımı ve eniyilenmesi.
Taktik	Birkaç haftalık veya aylık	Aşamalar arası/ bölgesel bazda	Hangi ürün üretilecek? Hangi fabrikalarda üretilecek? Hangi tedarikçi seçilecek?* Taşıma seçenekleri, maliyet ve kapasiteleri nelerdir?	Talep tahminleme, üretim planlama ve stok kontrolü, malzeme ihtiyaç planlama, dağıtım kaynakları planlaması.
Operasyonel	Saatlik veya birkaç günlük	Öğeler/tesis bazında	Hangi parçalar hangi tezgahlarda ve ne zaman işlenecek? İş akış şemaları nasıldır? İşlem ve hazırlık süreleri, teslim zamanları nedir? Kaç vardiya çalışılacak?	Detaylı operasyon planlama; çizelgeleme, makine yükleme, darboğaz (bottleneck) eniyilenmesi.

*Tedarikçi seçimi geleneksel yönetim yaklaşımında taktik sınıfta iken, Japon yönetim tarzında stratejik olarak algılanmaktadır.

Kaynak: Paksoy, Güleş ve Altıparmak, 2003: 9.

Beklenmeyen olaylar sebebi ile üretim planlamalarında sapmalar olabilmektedir. Bu sapmaların engellenmesi için üretim kontrol sisteminin optimizasyonlarla olaylara cevap vererek planlı olunmasının sürekliliği sağlanmalıdır. Kontrol edilemeyen durumlar da meydana gelebilir. Üretim kontrol sistemi faaliyetlerini planlama, satış, pazarlama gibi daha üst seviye fonksiyonları ile beraber çalışarak koordineli bir biçimde uygulamalıdır (Fox, Chionglo ve Barbuceanu, 1993: 1).

2.5. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNİN ÖNEMİ

Tedarik zinciri yönetiminin önemini sosyal roller ve işletmeler üzerinde inceleyebiliriz.

Sosyal roller üzerinde ele alındığında tedarik zinciri yönetiminin bilgi ve yetenekleri, afet yardım faaliyetlerini yürütülmesinde, sağlık sektörlerinde, acil önem arz eden benzer faaliyetlerde kullanılarak yaşam kalitesinin artırılmasına yardımcı olmaktadır. Sorunların giderilmesinde, aksamaların önlenmesinde ve azaltılmasında kullanılarak insanların ihtiyaçlarının karşılanabilmesi üzerine önemli avantajlar sağlamaktadır.

İşletmeler üzerinde ise tedarik zinciri yönetiminin başarılı işleyişi finansal güçlenme, operasyonel optimizasyonlar yapabilme, müşteriye daha iyi hizmet sağlama gibi birçok olumlu etkileri sonucunda işletmelerin performanslarının artırılmasında önemli bir rol oynamaktadır.

Günümüzde işletmeler yerlerini tedarik zincirlerine bırakmaktadırlar. İşletmenin başarısı içerisinde yer aldığı tedarik zincirinin başarısına bağlı olmaya başlamıştır. İşletmeler; ulusal ve uluslar arası zeminde rekabetin artması ile müşterilerin taleplerini karşılayabilecekleri birçok seçeneğe sahip oldular ve bu nedenle de ürünlerin maksimum erişilebilirliği, minimum maliyetle sağlanabilmesi büyük önem kazandı. Tüketicilerin satın alma alışkanlıklarının değişkenlik göstermesi ile de işletmelerin yeni ürünler üretmesi veya ürünlerini geliştirmesi zorunluluğu oluştu. Talep değişiklikleri işletmelerde hatalı envanter bulundurma riskini artırdı. Bunların yanında bir işletmenin bir bölüm veya fonksiyonun performansının maksimize edilmesi ile, tüm işletmenin optimal performansa erişmesi

sağlanamayacağı anlaşıldı. Artık işletmeler kendi tedarik kaynaklarını kullanmak yerine, daha düşük maliyetli ve kaliteli malzemeler sağlayan tedarikçileri araştırmakta ve kendi konularında daha fazla uzmanlaşmaktalar ve tedarik ağının bütüncül yönetilmesiyle tüm işletme performansının optimizasyonu sağlanarak büyük avantajlar elde etmektedirler (Lummus ve Vokurka, 1999: 12).

Doğru ürün, doğru miktar, doğru yer, doğru zaman, esneklik, en az toplam maliyet, en kısa çevrim süresi, en az toplam stok düzeyi tedarik zinciri yönetiminin kritik başarı kriterlerindendir. Bu kriterleri sağlayabilmek için tedarik zinciri yönetimi, tedarik zinciri boyunca akan ürünlerin ve bilgilerin ortak amaçlar üzerinden sistematik ve koordineli olarak işlenmesi üzerine odaklanmaktadır. Tedarik zinciri yönetiminde temel amaç, müşterinin tam olarak arzu ettiği nihai ürünlerde daha yüksek kar marjlarını sağlayabilmektir. İşletmeler bu şekilde müşteri memnuniyetini artırabilir , rekabet avantajları elde edebilir ve piyasalarda daha kalıcı hale gelebilir.

2.6. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİNDE ENGELLER VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

Tedarik zinciri uygulamalarında engeller, tedarik zinciri uygulamalarında işletmelerin birbirleriyle yaşadıkları rekabete yönelik engeller ve yönetsel engeller olmak üzere iki grupta incelenebilir.

Tedarik zinciri uygulamalarında işletmelerin birbirleriyle yaşadıkları rekabete yönelik engeller:

- İşletme içi ve işletme dışında üstünlük sağlama mücadeleleri,
- Bölge ya da yöre hâkimiyeti gibi bir konuda üstünlük sağlamak için verilen mücadele,
- Yetersiz tedarik zinciri yönetimi planlamalarına sahip olma,
- Tedarik zinciri yönetimi konusunda ileri görüşlülük eksikliği,
- Güven eksikliği,
- Tepe yönetimine aşırı bağımlılık ve yetersiz tedarik zinciri yönetimi anlayışı.

Tedarik zinciri uygulamalarında yönetsel engeller:

Hatalı sıralanmış tedarik zinciri süreçleri, yapıları ve tedarik zinciri prosedürlerinin işletme kültüründe yarattığı temel farklılıkları kapsamaktadır:

- Bilgi teknolojisi ve sistemi yetersizliği,
- Örgütsel yapı ve kültür farklılıkları,
- Tedarik zinciri performans ölçümü eksikliği ve işbirlikleri eksiklikleri (Timur, Başkol, Çekerol ve Suvacı, 2013: 30).

Geliştirilmemiş, karmaşık veya kontrol edilemez durumda olan tedarik zinciri yönetimleri ve bazı işletmelerde tam entegrasyonu ve birleşik fonksiyonel sistemi gerçekleştirememesi olumsuz sonuçlara neden olur. Tedarik zinciri yönetiminde öncelikler üzerinde bazı işletmelere zaman kaybı oluşturabilir ve bazı durumlarda ise yanlış hamleler üzerine zincir içerisinde kayıplara yol açabilmektedir.

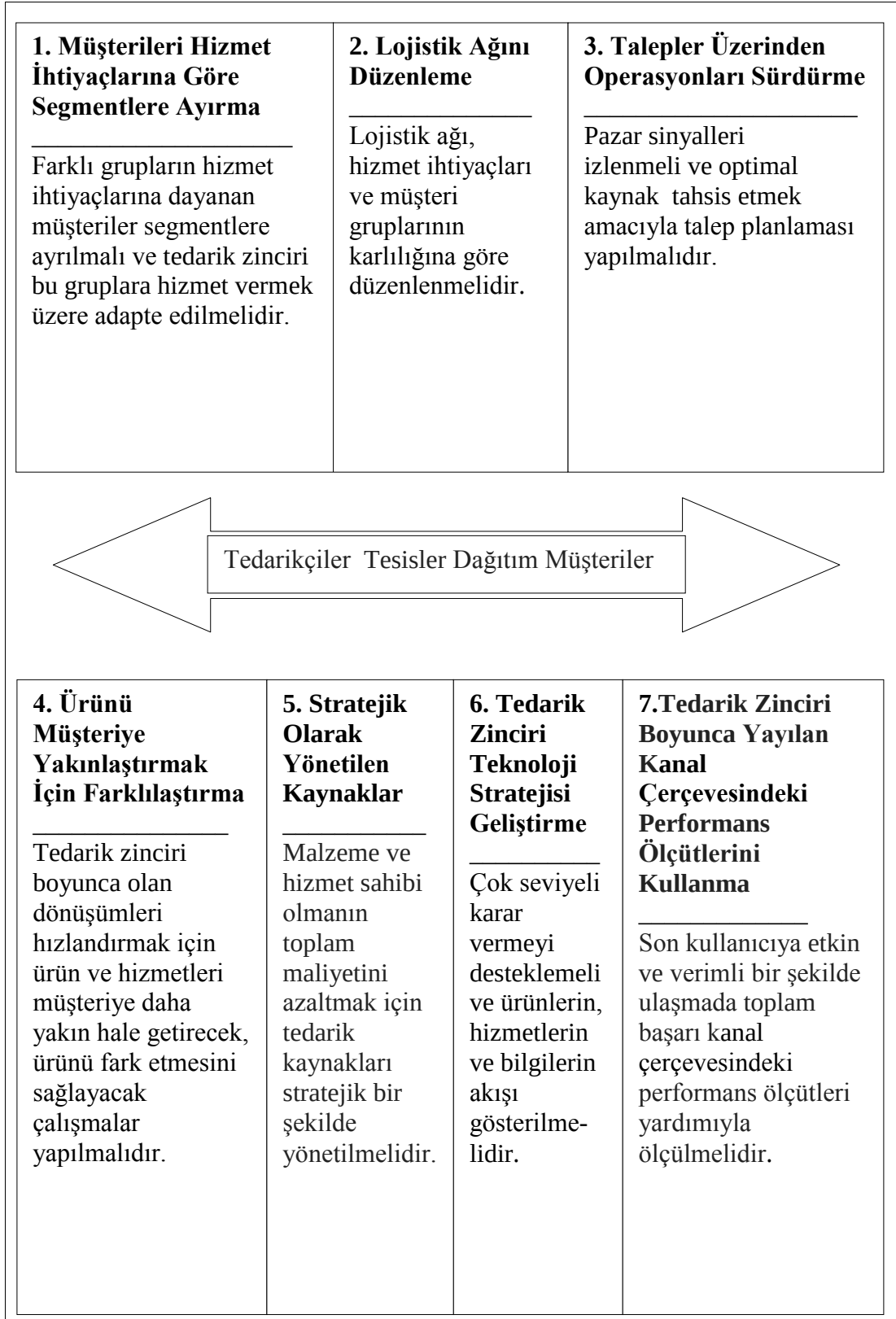
Tedarik zinciri yönetiminde karşılaşılan sorunların azaltılabilmesi için öncelikle zincir halkalarının sağlıklı olarak iletişiminin sağlanması gerekmektedir. Bütüncül faydaya yönelik işbirliklerinin doğru planlanması ve oluşturulması önemli olup bu ortak yönetim sonucunda elde edilecek kazanımlarının her bir zincir üyesi tarafından tam anlamıyla kavranarak işbirliğinin sağlam bir temel üzerine inşa edilmesi yönetim sorunlarının oluşmasını en başta azaltacaktır. Oluşan birlikteliğin bilgi teknolojileri ile desteklenmesi ve izlenmesi günümüzde sistemin sağlıklı ve güvenilir işleyebilmesi açısından vazgeçilmezdir. Bunların dışında üyelerden bazılarına aşırı bağımlı olma, üyelerin bireysel hareket etme riski, bilgi paylaşımı eksikliği gibi bütünlüğü olumsuz etkileyen unsurlardan mümkün olduğunca kaçınılmalıdır.

2.7. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ BAŞARI İLKELERİ

Tedarik zinciri yönetiminde işletmelerin tedarik zinciri stratejilerinin ve taktiklerinin yapısını oluşturabilecek yedi başarı ilkesi Şekil 14 yardımı ile açıklanmaya çalışılmıştır.

Her işletme bu ilkelerin uygulanabilirlik derecesi üzerinde analizler yapması gerekmektedir ve bu ilkeler başarı elde etmede sınırları kesinleştirilmiş kurallar değildir.

Şekil 11: Tedarik Zinciri Yönetiminin Yedi Başarı İlkesi



Kaynak: Elliott, 2012: 31.

Her müşteri aynı değildir, ihtiyaç duydukları ve ödeme açısından verebilecekleri farklıdır. Bu nedenle müşteri kitlesi bazı segmentlere ayrılarak tedarik zinciri de yapısı üzerinde uygun görülen segmentlere göre adapte edilmelidir.

Müşteri segmentleri belirlenmesi ile müşteriler satın almak amacıyla ödeme yapıp, yapılan isteğin yerine getirilmesine kadar olan hareketler lojistik bir ağ olarak düşünülerek müşteri gruplarının karlılığı ve hizmet ihtiyaçlarına bağlı olarak bu ağın düzenlenmesi yapılmalıdır.

Piyasa sinyalleri etkin bir şekilde dinlenilmeli, sinyaller doğrultusunda kaynakların optimum tahsis edilmesini sağlayacak talep-tedarik uyumunun sağlanması yani etkin talep planlaması yapılmalıdır.

Tedarik zinciri döngüsünü artırmak için ürün ve hizmetlerde farklılaştırmalar uygulayarak, tanıtımlar yapılarak müşteri kazanılması gerekmektedir. Örneğin; bir üretici sadece özel etiketleme ile içeriği aynı olan ürünler karşısında yeni müşteriler elde edebilmektedir.

Malzeme ve hizmet sahibi olmanın toplam maliyetini azaltmak için tedarik kaynakları stratejik bir şekilde yönetilmelidir. Kaynaklara ve hizmetlere stratejik açıdan bütüncül olarak tekrar bakıldığında şaşırtıcı olumlu sonuçlar elde edilebilmektedir.

Çok seviyeli karar vermeyi destekleyen ve ürünlerin, hizmetlerin ve bilgilerin akışını gösterebilen tedarik zinciri teknoloji stratejisi geliştirmeleri yapılmalıdır. Bu geliştirmeler sadece bilgi teknolojilerinde değil teknolojinin tüm varyasyonlarını içerir. Bu geliştirilmeler sayesinde optimal verim ve kaliteye daha da yaklaşılması sağlanacaktır.

Ayrıca, son kullanıcıya etkin ve verimli bir şekilde ulaşmada toplam başarı tedarik zinciri boyunca yayılan kanal çerçevesindeki performans kriterleri yardımıyla ölçülmelidir. Uygun iyileştirmeler yapabilmek ve uygun tedbirler alabilmek için ölçümlerin düzenli olarak gerçekleştirilmesi gerekmektedir (Elliott, 2012: 30).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TEDARİK ZİNCİRİNDE SATIN ALMA VE TEDARİKÇİ İLİŞKİLERİ

3.1. SATIN ALMA VE TEDARİK

Satın alma; üretimde kullanmak veya yeniden satmak amacıyla bir işletme tarafından satın alınan, kiralanan ya da bir diğer yasal yollarla gereksinim duyulan donanım, malzeme, parça tedariki ile hizmet elde etme sorumluluğunu kapsayan eylem olarak tanımlanır. Başka bir deyişle malların, girdi ve hizmetlerin ücret karşılığında elde edilmesi denilebilir. Tedarik kavramı da bu tanımları kapsar, fakat daha geniş ve farklı bir amaç doğrultusunda oluşur. Tedarik kavramı içerisinde başka kazanımların elde edilmesi söz konusudur. Satın alma işlemi maliyet ve benzeri temel özelliklere odaklı bir işlev iken tedarik kavramında daha geniş bir amaç perspektifi ile kazanımlar elde edilmek amaçlanır.

3.2. SATIN ALMA KARARLARI

Satın almanın altı doğrusu olarak tanımlanan , satın alma üzerine yapılan kararlardır. Bu kararlar:

Doğru Ürünler: Müşterinin beklentilerini ve gereksinimlerini karşılayan ve güvenilir özelliklerde olan ürün veya hizmetlerdir. Diğer açıdan ürünle ilgili doğru tanımlamaların yapılması, siparişlerin müşteriye ulaştırılması ve takibi ile doğru ürüne erişimin izlenmesi, ürün iadelerini azaltılması gibi konular da doğru ürün kararları içerisinde yer almaktadır.

Doğru Yer: Ürün teslimatının nasıl, nerede, ne zaman yapılacağı konularında ayrıntılı belgelendirme ve bu işlemlerin doğru bir şekilde yönlendirilmesi, doğru talimatların hazırlanması büyük önem arz etmektedir.

Doğru Zaman: Stokların gereksinim duyulan zamanda yerine ulaşmasını garanti altına almak tedarik zinciri içerisinde önemli bir konudur.

Doğru Fiyat: Satın alma süreci içerisinde ön sıralarda dikkate alınan değişkenlerdendir. Alıcıların katlanacağı maliyete ve elde edilecek karlılığa etkisi sebebiyle ürünlerin doğru fiyattan elde edilmesi sağlanmalıdır.

Doğru Kalite: Doğru kalite düzeyi seçimi, gereksiz maliyetlerle karşılaşılmanın önüne geçer. Bu nedenle tedarikçiler beklenenin altında ya da beklenenden üst seviyede bir kalite belirlememelidir.

Doğru Miktar: Tedarik edilen ürün miktarının doğru olmasını tanımlamaktadır.

Tanımlanan bu doğrular dışında; itibar, duyarlılık ve güvenilirlik kavramları da alıcıları ilgilendiren diğer unsurlardır. Duyarlılık içerisinde yükümlülükleri yerine getirme, taleplere karşı esnek olma, siparişe verilen tepki süresi konuları yer alır. Güvenirlilik, alınan ürünlerin istenilen zamanda tam ulaştığından emin olma durumudur.

3.3. SATIN ALMADA ENFORMASYON

Enformasyon içerisinde fiyat, nitelik, teknik özellikler, işe ilişkin koşullar (ödeme şartları, satış sonrası destek, sigorta v.s.) gibi bilgi edinme ihtiyacı olunan etmenler bulunur. Enformasyon satın almada en önemli konulardan bir tanesidir. Enformasyon dahilinde; kapasite ve tedarikçilerin yetenekleri, gelişmeler ve yenilikler, tedarikçiler ve rakiplerinin göreceli verileri, tedarikçilere verilen teminatlar, değişen pazar ve talep gibi bir çok veri bulunur. Bunların yanında potansiyel eksikliği, malzeme fazlalığı gibi durumların oluşturduğu fiyat farklılıkları, teknolojik gelişmeler, yeni tedarik kaynakları, varolan tedarikçilerin kapasite ve yetenekleri, kullanım veya iş yapma yeteneği gibi birçok konular enformasyon kapsamında sayılır.

3.4. SATIN ALMA FAALİYETİ

Satın alma faaliyeti, belirli bir amaç için önceden belirlenmiş ya da bir kereye mahsus, düzenli, sözleşmeye dayalı veya tedarikçi kataloglarından önceden belirlenmiş ürün alımlarına dayalı olarak yapılabilmektedir. Bu faaliyetlerin sınıflandırması ile satın alma sıklığı konusu birbiriyle bağlantılı meydana gelmektedir. Satın alma sıklığı düzeyi ile sistematiklik ve süreklilik oluşur. İşletmeler satın alma faaliyetlerini doğru sınıflandırmalıdır. Bu sayede faaliyetlerin

sistemli, etkin yürütülmesi ve prosedürlerin doğru tespit edilmesi gibi avantajlar elde edilir.

Satın alma faaliyetlerinde maliyetler önemli bir konu olmakla beraber bunun dışında da dikkate alınması gereken durumlar bulunmaktadır. Bunlar:

- Yeniliklerin oluşturduğu belirsizlikler karşısında uygun karar ve pozisyon alma ihtiyacı,
- Kısa dönemli fiyat dalgalanmaları,
- Son ürün pazarındaki yüksek rekabet,
- Satın alma maliyetinin toplam maliyete etkisinin yüksek olma derecesi,
- Kararsız, değişken ve riskli yapılara sahip durumlar olarak belirtilebilir.

3.5. TEDARİKÇİ İLİŞKİLERİ

Geçmiş yıllarda işletmeler ile tedarikçiler arasındaki genel ilişki; rakip tarafta görülen, mesafeli, güvene dayalı olmayan, ticari bağılılıkların az olduğu, ortak hareket etme kabiliyeti olmayan, kısa süreli, tek seferli, süreklilik arz etmeyen, sadece o an için en iyiyi özellikle en uygun fiyata odaklanan bir yapıda idi. Günümüz koşulları ise tedarik zinciri taraflarının birbirlerinden beklentilerini elde edebilmesi amacıyla daha yakın, sürekli, ortak hareket yeteneğine sahip ilişkiler kurulması bakımından zorlamıştır.

Tedarikçi ilişkilerinin beklenen seviyede sürdürülmesi gerekli ve önemli bir unsurdur. Tedarikçilerle ilişkiler; anlık, sürekliliği sağlanmayan, geleneksel fiyat odaklı olma gibi yönler bakımından alındığında rekabet sağlamamakta, artan zor koşullar tedarik zinciri ilişkileri halkalarının birbirleri ile daha uzun dönemli ve çok yönlü hareket etmeye yöneltmiştir. Tedarikçi ve alıcı ilişkileri kurulumunda pazar yapısı, dinamizm, uluslararasılaşma, sosyal yapı, kanaldaki pozisyon gibi dış faktörler tarafından belirlenen çevrede oluşan etkileşimli ilişkileri kapsamakta ve karşılıklı anlayış, yeterli bilgi paylaşımı, uyumlu- düzenli -uzun dönemli- bağımsız- dengeli hareket edebilme yetenekleri seviyesinde sağlamlaşır ve istenilen katkıları sağlar. Tedarikçiler ile ilişkileri; teknoloji, stratejiler ve yapı gibi örgütsel faktörlerle; amaçlar ve sahip olunan deneyimler gibi bireysel faktörler belirler. Tedarik zincirindeki etkileşimin atmosferini de güç, uyumsuzluklar, beklentiler ve işbirlikleri

ile ilişkilerdeki yakınlık ya da uzaklığın durumu tanımlar. Tedarikçi işletmesinin büyüklüğü müşteri beklentilerini karşılayabilme yeteneğindeki esnekliği sağlar. Tedarikçi işletmesi pazarlık koşulları alıcı tarafı ile eş düzeyde ise kurulacak ilişkide genellikle fiyat üzerine odaklanılır. Bunların yanında, tedarikçilerin ürünlerini arz etme konusunda sahip olduğu iyi düzeyde örgütlenme ve kapasite sahibi olma özellikleri ile beklenenlerin karşılanması sonucunda ilişkiler daha güçlü olacaktır.

Tedarikçi ilişkileri; fayda ve risk paylaşımına gösterilen özen, karşılıklı uzun dönemli hedeflere odaklanma, katma değer elde edilmesine yönelik hareket edebilme, iyi iletişim, karşılıklı güven ve taahhütleri karşılama, sorun çözme, tedarik zinciri ile bütünleşebilme, ortak girişim, esneklik ve değişime açıklık gibi yetenekler ile daha güçlü ve rekabet sağlayan bir nitelikte olacaktır (Timur, Başkol, Çekerol ve Suvacı, 2013: 54).

Tedarik zinciri yönetiminde; müşteri ve tedarikçiler arasındaki ilişkilerde bireylerin ve işletmelerin sosyal sorumluluğa sahip olmaları tedarikçi performansları üzerinde güven ve işbirliğinin de artmasına da bağlı olarak olumlu yönde etkisi bulunacaktır. Sosyal sorumluluk kapsamına etik, yasal ve ekonomik sorumluluk da dahil edilir. Çevreye gösterilen özen, insan haklarına uyum, gönüllü ve hayırsever davranışlar, güvenlik yaklaşımları sosyal sorumluluk gerektiren unsurlardandır ve tedarikçiler ile müşteriler arasında iletişimi olumlu yönde geliştirmektedir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

TEDARİKÇİ PERFORMANS DEĞERLENDİRME

4.1. PERFORMANSIN TANIMI

Performans üzerine yapılan bazı tanımlar şu şekildedir:

Performans, bir işi yapan bir bireyin, bir grubun ya da bir örgütün, o işle amaçlanan hedefe yönelik olarak neye ulaşabildiğini, neyi sağlayabildiğini nitel ve nicel olarak belirten bir kavramdır (Benligiray ve Geylan, 2004: 141).

Bir işin yerine getiriliş düzeyidir (Ateş, 2007: 2).

Amaçlı ya da planlanmış bir etkinlik sonucunda elde edileni, nicel ya da nitel olarak belirleyen bir kavramdır (Tengilimoğlu vd., 2012: 384).

Performansı işletme düzeyinde tanımlayacak olursak; işletmeyi oluşturan tüm bileşenlerin (makineler, çalışanlar, yönetim, varlıklar...) çevre etkilesimi ve ortak çabaları ile oluşan toplam sonuçtur denilebilir (Kasnaklı, 2002: 131).

4.2. PERFORMANS YÖNETİMİ

Performans yönetimi, işgören ile denetçisi arasında gerçekleşen, ortaklığa dayalı, etkileşimsel, sürekli bir iletişim sürecidir. Bu süreç, işgörenden yapması beklenen temel fonksiyonlarına, işgörenin yaptığı işin örgütün amaçlarına nasıl katkıda bulunacağına, bir işi iyi yapmanın somut terimlerle neyi ifade ettiğine, işgören performansını oluşturmak, güçlendirmek ve geliştirmek amacıyla işgörenin ve denetçisinin ortaklaşa nasıl çalışacaklarına, iş performansının nasıl ölçüleceğine, performans engellerinin tanımlanmasına ve bu engellerin iyileştirilmesine ilişkin açık beklentilerin ve karşılıklı anlayışın oluşmasını içermektedir (Çalık, 2003: 12).

4.3. PERFORMANS YÖNETİMİNİN GENEL AMAÇLARI

Performans yönetiminden, yönetici ile işgören arasında iletişim yollarının açık kalması, karşılıklı olarak birbirlerinden neleri beklediklerinin öğrenilmesi ve bir örgüt kültürünün yerleşmesine katkıda bulunması beklenir. Performans yönetiminin

işgörenler hakkında sağlıklı veriyi verecek olan fonksiyonu performans değerlendirmedir.

Performans yönetiminin; ücretlendirmek, ödül ve ceza standartlarını saptamak ve uygulamak, işgörenlerin verimliliklerini arttırmak, kötü performans varsa çözüm yolları bulmak ve uygulamak, işgörenlerin ihtiyaçlarını tespit etmek, işgörenler arasındaki ilişkileri gözden geçirmek ve gerekli düzeltmeleri yapmak, işgörenler ile örgüt arasındaki iletişimi arttırmak, işgören hakkında iş görme statüsünde değişiklikler yapma konularında karar almada yardımcı olmak, sonuçlar ile yeni planlamalar oluşturmak gibi genel amaçları bulunmaktadır.

4.4. PERFORMANS YÖNETİM SÜREÇLERİ

Performans planlama, performans değerlendirme ve performans geliştirme olmak üzere üç temel aşama yardımı ile performans yönetim süreçleri gerçekleştirilmektedir. Bu üç aşama açıklanmaya çalışılmıştır.

Performans Planlama:

Performans planlama; performans yönetiminin en önemli adımıdır. İlk adım olarak yapılmakta olan performans planlama için hedeflerin belirlenmesi ve planlama yapılması ne kadar yeterli ve uygun olursa o kadar iyi sonuçlar alınacaktır. İşgören ile belirlenen amaçlar yolunda ortak planlamalar yapılır. Performans planlamaları ile işgörenin sorumluluk alması sağlanır.

Performans Değerlendirme:

Performans değerlendirme; önceden belirlenmiş performans kriterlerine göre işgörenlerin gösterdiği performansın ölçümlerinin yorumlanmasıdır. Performans değerlendirme işgörenin performansı gösterir ve değerlendirme sonucu geri bildirim ile işgörene bildirilir. Performans sonuçlarına göre iki tarafta da uygun kararlar alınması sağlanır.

Performans Geliştirme:

Performans geliştirme; performans değerlendirmesi yapıldıktan sonra performans durumu üzerinden uygun görüldüğü takdirde performans geliştirme süreci başlar. Gelişim planları hazırlanır ve hazırlanan planlar üzerinden performans gelişimini sağlayacak düzenlemeler yapılır.

4.5. PERFORMANS ÖLÇÜMÜ, DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖNEMİ

Performans ölçümü, verim ve etkinliğinin değerlendirilmesi işlemidir (Chin ve Pun, 2003). Performans ölçümü mevcut performans düzeyinin nasıl olduğunu belirlemektedir. Elde edilen veriler ile geçmiş ölçümler, benzer yapıda olan ölçümler ve hedeflenenler üzerinden değerlendirmeler yapılır. İşletmelerde performans ölçümü ile işletmenin mevcut durumu saptanır, planlamalara olan yakınlığı tespit edilir ve geleceğe yönelik kararlar alınır. İşletmenin önem verdiği alanlara ilişkin olarak hazırlanan göstergeler yardımıyla, performans ölçümü yapılır ve performans yönetimi gerçekleştirilir.

Performans ölçümleri ile birlikte doğru performans değerlendirmeleri ve geliştirmeleri, uygun hedef ve karar tespitleri yapılması sağlanmış olur. Ölçümler; daha adil ve düzenli bir değerlendirme yapılabilmesini sağlayarak taraflar arasında karşılıklı güven ve saygıyı korur.

Performans değerlendirme, karşılaştırma ve ölçme yoluyla performans durumunun yorumlanmasıdır. Performans değerlendirme performansı değerlendirilen işgöreni, performansı değerlendiren kurumu, kurumun bağlı olduğu yapıları etkilemektedir. Performans değerlendirme yönetimlerin hedeflere ulaşabilme çabalarına yön veren temel unsurlardandır. Belirlenmiş olan stratejilerin hayata geçirilmesinde, anlaşılmasında, benimsenmesinde performans değerlendirme sistemleri önemli derecelerde etkili olmaktadır. Ayrıca yeni kararlar alınmasında, geleceğe yönelik tahminler yapılmasında, yeni stratejiler oluşturulmasında da katkıları bulunmaktadır. Performans değerlendirilmesi ile eksikliklerin tamamlanabilmesi, geliştirmeler yapılabilmesi, doğru yönde motivasyonlar sağlanabilmesi, karşılıklı iletişimin daha sağlıklı oluşabilmesi gibi birçok konu üzerinde avantajlar elde edilmesini sağlamaktadır (Işık, 2012: 30-37).

4.6. PERFORMANS ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME BAŞARISI

Performans ölçme ve değerlendirmenin etkili sonuçlar verebilmesi bazı niteliklere bağlıdır. Performans ölçme ve değerlendirme, ilgili performans hakkında bilgi verir nitelikte olması gerekmektedir. Mevcut durum üzerinden gelişme

gösterebilme yollarını işaret edebilmelidir. Karar verme ve yönetme konularında destek sağlayan yapısı olmalıdır. Hem değerlendiren hem de değerlendirilen açısından öğretici ve bilgilendirici nitelikte olmalıdır. Elde edilen sonuç verileri anlaşılır olmalıdır. Ölçüm sistemlerine katılım en yüksek düzeyde olması sağlanmalıdır. Sonuç verileri taraflar arasında kabul edilmiş olmalıdır. Düzenli ve sürekli yapıda olan ölçme ve değerlendirmeler yapılmalıdır, güncellik sağlanmalıdır. Performans kriterleri doğru bir biçimde seçilmeli, gerçekçi ve anlamlı olmalıdır. Performans ölçme ve değerlendirme sistemi değişen koşullar karşısında esnek, amaçlara uygun ve ihtiyaç duyulan kapasite düzeyinde olmalıdır (Zerenler, 2003: 204-205).

4.7. İŞLETMELERDE PERFORMANS DEĞERLENDİRMENİN ÖNEMİ

Performans değerlendirmesi, işletmede karar alıcılarının, doğru kararlar almaları ile işletmenin başarısı ve kuruluş amaçlarının gerçekleştirebilmesi için gereklidir. Geçmiş uygulamalar üzerinden eksiklerini görmesi ve giderilmesi, performansı etkileyen faktörleri belirleyip bunları kontrol etmesi ve kaynakları bunlara göre düzenlemesi, geleceğe yönelik hedeflerini daha gerçekçi temeller üzerine kurması ve hedeflere zamanında ve daha verimli yollardan ulaşması açısından da önemlidir. İşletmenin sağlıklı bir şekilde sürdürülebilmesi ve geliştirilebilmesi için kritik performans göstergelerinin değerlendirilmesi gerekmektedir.

Günümüzde firmalar küresel ölçekte bir rekabetle yüzyüzedir. Her firma, maliyetlerini azaltma ve tüketiciye sundukları hizmetleri artırma baskıları ile beraber rekabet edebilmek için müşteriye sundukları servis kalitesini yükseltmek, esneklik, yenilik ve isteklere hızlı cevap verme gibi konularda kendilerini rakiplerinden farklılaştırmak zorundadır. İşletmenin performans kriterlerinin belirlenmesi ve değerlendirmesi bütün bu konular üzerinde geliştirmelerin ve düzeltmelerin yolunu açmaktadır.

4.8. PERFORMANS DEĞERLENDİRMEDE KARŞILAŞILAN SORUNLAR

Performans değerlendirme sürecine gereken önem verilmeyerek doğru şekilde uygulamasının sağlanamaması ile birçok olumsuz durum ile karşı karşıya kalılabilmektedir. Performans değerlendirme işlemi esnek, tarafsız, doğru ve uygun yapıda olması gerekmektedir. Doğru uygulanmayan performans değerlendirme süreci ile uyarlamaların yapılamaması, güvenilirliğin kaybedilmesi, hedeflerin çatışması, planlardan uzaklaşılması, hatalı kararlar alınması gibi durumlara sebep olabilecek ve hem performansı değerlendirilen, hem de performansı değerlendirene zarar verecektir.

İşletmeler performans değerlendirme ve ölçme sistemlerinde aşağıdaki sorunlar ile karşılaşmaktadır (Artley ve Stroh, 2001: 85):

- Performans ölçüm sisteminin amacının anlaşılmaması,
- Müşteri ilişkileri yönetimine gereken önemin verilmemesi,
- Gereğinden fazla veri ile ilgilenilmesi,
- Gerçekçi olmayan ve anlamsız göstergelerin kullanılması,
- Verilerin çok fazla özetlenmesi sonucunda anlamsızlaşması,
- Yetersiz sayıda gösterge kullanılması (genellikle karlılık boyutuna odaklanması ve müşteri ve çalışanların tatmini gibi uzun dönemli kriterlerin değerlendirilmemesi),
- Rekabetin özendirilmesi ve takım çalışmasının olumsuz olarak etkilenmesi,
- Kısa döneme odaklanması,
- Baz alınan göstergeleri ilişkilendirmede başarısızlık (kriterlerin işletmelerin stratejik planları ile bağlantısı kurulmalı ve işletmedeki tüm düzeylere iletilmelidir),
- Raporların geçmiş deneyimlere ve sezgilere göre oluşturulması,
- Ne kadar süreyle performans analizinin yapılacağını belirlenmesi,
- Yanlış performans ölçümünün sürdürülmesi,
- Yanlış alanlara odaklanılarak yanlış soruların sorulmasıdır.

4.9. TEDARİKÇİ PERFORMANS DEĞERLENDİRME

Tedarikçiler için performans değerlendirmesi, tedarikçinin sadece bir işletme olması dışında tedarik zincirini etkileyebilen önemli bir halkası olması nedeniyle titizlikle önem verilmesi gereken bir konudur. Tedarikçiler, tedarik zincirinin en önemli bileşenlerindendir. Her türlü mal yada hizmetin sağlayıcıları olarak kabul edilen tedarikçiler, işletmelerin süreçlerinin işleyişini ve maliyetleri önemli derecede etkilemektedir. Tedarikçiler üzerinden performans değerlendirmesine bağlı olarak alınan birçok karar tedarik zinciri için stratejik kararlar arasına girebilmektedir. Tedarikçilerin performanslarının değerlendirilmesi ve değerlendirme sonuçlarına göre hareket tarzı benimsenmesi tedarik zinciri başarısında önemli rol oynamaktadır. Gelişimlere yönelik plan ve önerileri saptamak, mevcut ve potansiyel sorunları önceden belirleyerek gelişme gerektiren alanları belirlemek, gelişime yönelik uygulamaları değerlendirmek iyi tasarlanan ve uygulanan performans ölçme ve değerlendirme sistemlerinin desteğiyle sağlanabilecek görevlerdendir. Tedarik zinciri yönetiminde belirli periyotlar içerisinde tedarikçilerin performansının ölçülmesi, analizlerin yapılması ve iyileştirmeye yönelik alınan kararların uygulanması zincirin başarı düzeyini artıracaktır.

4.10. TEDARİKÇİ PERFORMANSININ ETKİLERİ

Tedarikçi performansının son ürüne dolayısıyla müşteriye de yansması nedeniyle tedarik zinciri üzerine önemli derecede etkisi bulunduğu açıktır.

Ürün tesliminde hızlı ve güvenli olabilmek için tedarikçi performansının da hızlı ve güvenilir olması beklenir. Teslim yeteneği tedarik zinciri için önemli bir rekabet avantajı oluşturabilir.

Son ürünün kalitesi tedarikçinin kalite üzerine yaptığı yatırımlardan olumlu bir şekilde etkilenir. Tedarikçinin yüksek kalitede hammadde veya parçalara sahip olması, sürekli iyileştirmeler ve yatırımlar yapması, ürün özellikleri ve niteliklerinin geliştirilmesi gibi benzer olumlu katkı yapan faaliyetler içerisinde olması yüksek kaliteli son ürün elde etme eylemine yardımcı olacaktır. Sunulan ürünün müşterideki tatmin artışına bağlı olarak tedarik zinciri üzerinde olumlu etki verir. Düşük kalite

ve güven eksikliği sonucunda ise yeniden işleme, zaman kayıpları, enerji kayıpları, nakliye faaliyetleri ve stok artışı ile beraber üretim maliyetlerinde artışa ve müşteri üzerinde memnuniyetsizliğe sebep olabilmektedir.

Tedarikçinin esnekliği, alıcının ürünlerin miktarında ve özelliklerinde talep ettiği değişiklikleri karşılayabilme kabiliyetidir. Esnekliğin bir başka türü de, alıcının tedarikçi ile yaptığı özel bağlayıcı anlaşma koşullarını değiştirebilmesidir. Tedarikçinin esnek olması ile farklılıklar üzerine itirazların azalmasındaki düzey ile beraber müşterinin değişen ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde gerekli değişiklikleri yapabilmesi tedarik zincirinde esnekliğe katkı sağlayacaktır.

Kalite ve fonksiyonellik olarak benzer ürünlerden daha düşük fiyat elde edebilmede tedarik maliyeti son ürün maliyetini etkilediğinden tedarikçiler daha tercih edilir fiyat sunmalıdırlar.

Tedarikçi ürününü cazip hale getirebilmek veya talebi canlandırmak için; ürün fiyatında indirim, vade kolaylığı, sabit fiyat garantisi, promosyon, vb. araçları kullanabilir. Benzer ürünlere göre fiyat avantajı sağlanması rekabette önemli bir avantaj sağlayacaktır.

Lojistik maliyetleri de sunulan son ürün fiyatına etki etmektedir. Bu nedenle tedarikçi lojistik maliyetlerini düşürmeye çalışmalı ama müşteri memnuniyetini sağlamaya devam etmelidir.

Müşterilerin satın alma davranışlarında, tedarikçilerin de takip edildiği durumlar olabilmektedir, bu nedenle müşteri açısından güvenilir tedarikçiler ile çalışılması ile son ürüne olan güvenin oluşması sağlanacaktır.

Ayrıca tüm bunların dışında tedarikçinin tedarik zincirinin ortak amaçlarına aykırı hareketleri ve paylaşılan bilgilerin olumsuz yönde kullanılması, anlaşmalara uyulmaması gibi güven tabanlı zaatlardan oluşan olumsuz performansları tedarik zinciri üzerinde kayıplara neden olabilmektedir (Kaynak ve Aytekin, 2005: 620).

4.11. TEDARİKÇİ DEĞERLENDİRME KRİTERLERİNİN BELİRLENMESİ

Kriterlerin belirlenmesinde izlenecek temel anlayış şu şekilde olmalıdır (Akal, 2002: 110):

- Ölçümlerle sorun çözme, karar alma ve performansı geliştirme gibi yararlar sağlamak için kriterlerle işletme stratejisi arasında açık bir ilişki kurulması gerekir. Aksi durumda ölçülenlerle işletme amaç ve stratejileri arasında hiçbir ilişki kurulmamış olur.
- Ölçümlerde ikinci önemli konu, önemli olanı ölçmektir. Zaman ve kaynak kısıtları arasında gerçekten önemli olan göstergeleri seçmek zordur. Burada asıl vurgulanmak istenen kolay ölçülebilen kriterlere kaçışı önlemektir.
- Ölçümlerde kullanılacak göstergelerin seçiminde dikkat edilecek bir baksa nokta da göstergelerin performans planlama sürecinde hazırlanan taktik planlar ve proje planları uyarınca sağlanan sonuçların örgüt performansını etkileme düzeyini belirleyebilecek niteliklere sahip olmasıdır.

4.12. TEDARİKÇİ DEĞERLENDİRME KRİTERLERİ

Tedarikçilerin periyodik olarak değerlendirilmesi hedef pazarlarda rekabette yardımcı olacak iyi bir stratejik politika oluşturacaktır. Tedarikçinin yeterliliği hem genel hem de teknik bir takım kriterleri esas alarak ölçülmektedir ve ölçüm sonuçlarına göre karşılaştırmalar ile analizler yapılmaktadır. Bu kriterler, her uygulamada aynı ve kesin sınırlara sahip olmak zorunda değildir. Yapıya bağlı olarak değişkenlik gösterebilmekte olan bu kriterlerden uygun olanlar kullanılmalıdır.

Tedarikçinin öncelikle temel eylemleri yerine getirebilecek yeteneklere sahip olması beklenmelidir. Tedarikçinin tecrübesi, referansları, tanınırlığı ve sertifikaları bu yönde yol gösterici olacaktır. Tedarikçinin bildirdiği fiyat düzeyi değerlendirmede önemli bir kriter olarak karşımıza çıkmaktadır.

Tedarikçi fiyat düzeyi eşdeğer ürün-hizmet bazında başka tedarikçilerin fiyatları ile karşılaştırılabilir, hatta aynı tedarikçinin farklı müşterilerine bildirdiği fiyat düzeyleri araştırılabilir.

Tedarikçi ve tedarik zinciri uyumu başarı için gerekli bir unsurdur. Tedarikçi; tedarik zinciri amaçlarıyla çatışmamalı, tedarik zinciri ile güçlü iletişim kurabilmeli ve tedarik zinciri ihtiyacına uygun teknik bilgiye ve yeteneklere sahip olmalıdır. Tedarikçinin finansal durumu da uyumu etkileyebilecek unsurlardandır. Finansal

durumu zayıf olan tedarikçiler beklenen performansı karşılayamayabilmektedirler. Tedarikçiler yeni tasarım koşullarına, eylem değişikliklerine, iyileştirme ve farklılaştırmalara uyum sağlayabilecek güçlü bir yapıda olmalı yani esneklik kriterine sahip olmalıdır.

Tedarikçilerde olması gerekli bazı önemli noktalar:

- Tedarikçi, çalıştığı işletmenin ve üyesi olduğu zincirin ilkelerini, amaçlarını, hedeflerini, misyon ve kültürünü bilmeli ve sağlıklı bir iletişim içerisinde olmalıdır.
- Tedarikçinin diğer işletmelerce de saygınlığı olan tutarlı bir yönetim sistemi olmalıdır.
- Tedarikçi teknik standartları yüksek ve teknolojik gelişmelere yatkın olmalıdır.
- Tedarikçi istenilen tüm ekipmanları temin edebilmeli ve ürünleri alıcının kalite özelliklerine uygun olmalıdır.
- Tedarikçi üretim miktarını kontrol edebilmeli ya da gerekli üretimi karşılayacak şekilde yatırım imkânı olmalıdır.
- Tedarikçinin toplu çıkarlara aykırı davranmayacağına güvenilmelidir. Çalıştığı işletmenin ve varsa üyesi olduğu tedarik zincirinin verilerini kötüye kullanmayacağı kesin olmalıdır.
- Fiyatı uygun olmalı ve taahhütlerine kesinlikle uymalıdır. Ayrıca, bağlantı ve haberleşme açısından tedarikçiye kolayca ulaşılabilirliktir.
- Tedarikçi, sözleşme şartlarına kesinlikle uymalıdır.
- Tedarikçinin finansal ,teknolojik , hizmet kabiliyeti düzeyleri yeterli seviyede olmalıdır (MEB Ulaştırma Hizmetleri, 2011: 19-21).

4.13. TEDARİKÇİ KRİTER BELİRLEME ÇALIŞMALARI

Tedarikçi değerlendirme sürecinde, öncelikle performans kriterlerinin belirlenmesi gereklidir. Bu kriterlerin belirlenmesiyle ilgili yapılmış en kapsamlı ve yaygın çalışmalardan bir tanesi Dickson (1966) tarafından, 273 satın alma sorumlusu ve müdürüyle yaptığı çalışmadır. Tabloda çalışmanın sonucunda belirtilen 23 temel kriter puan sıralaması ile verilmektedir.

Tablo 3: Tedarikçi Seçim Kriterleri

Sıra	Faktör	Değerlendirme
1	Kalite	Yüksek önemli
2	Teslimat	Oldukça önemli
3	Performans geçmişi	Oldukça önemli
4	Garanti-şikayet politikası	Oldukça önemli
5	Üretim yetenekleri ve kapasitesi	Oldukça önemli
6	Fiyat	Oldukça önemli
7	Teknik kapasite	Oldukça önemli
8	Finansal pozisyon	Oldukça önemli
9	Prosedürlere uyum	Ortalama önemli
10	İletişim sistemi	Ortalama önemli
11	Ün ve endüstrideki pozisyonu	Ortalama önemli
12	İş yapma isteği	Ortalama önemli
13	Yönetim ve organizasyon	Ortalama önemli
14	Operasyon kontrol	Ortalama önemli
15	Onarım sistemleri	Ortalama önemli
16	Davranış	Ortalama önemli
17	Etki	Ortalama önemli
18	Paketleme kabiliyeti	Ortalama önemli
19	İşçi ilişki kayıtları	Ortalama önemli
20	Coğrafi konum	Ortalama önemli
21	Geçmiş iş tutarı	Ortalama önemli
22	Eğitim yardımları	Ortalama önemli
23	Karşılıklı düzenlemeler	Düşük önemli

Kaynak: Dickson, 1966: 10.

Purchasing Dergisinin araştırması, tedarikçi performansının ölçümünde, %61 kalite, %61 servis, %50 toplam maliyet, %50 güvenilirlik, %22 teslimat kriteri en önemli kriterler olduğunu göstermiştir (P.Kotler ve Keller, 2006: 136).

Parahinski ve Benton, tedarikçi performansını kritik başarı faktörleri açısından ele almış ve kriterleri ürün kalitesi, teslimat performansı, fiyat, değişen

isteklere cevap verme, servis desteği ve genel performans olarak belirlemişlerdir (Parahinski ve Benton, 2004: 45).

Fawcett ve diğ. tedarikçi performansı ile ilgili temel faktörler olarak maliyet, kaliteli teslimat, esneklik ve yenilik faktörlerini kullanmıştır (Fawcett, Stanley ve Smith, 1997: 115).

Weber ve diğ. 1966 yılından 1991 yılına kadar olan 74 makale üzerinden fiyat, teslimat, kalite, üretim kapasitesi ve konumu en çok işlenmiş kriterler olduğunu tespit etmiştir. Son beş yılda (1991' e kadar olan) net fiyat, teslimat ve kalite kriterleri daha çok dikkat çekmeye başlamış, garantiler ve tazminat politikaları, iletişim sistemi, izlenim, geçmiş iş miktarı, karşılıklı anlaşmalar, ihale usullerine uyum, iş yapma arzusu, işletme denetimleri, ambalajlama kabiliyeti, eğitim destekleri, performans geçmişi, mali durumu, itibar ve pozisyon gibi kriterler yeterli ilgi görmedikleri anlaşılmıştır. Bunların yanında üretim tesis ve kapasite, coğrafi konum, finansal durum, yönetim ve organizasyon konuları da orta derecede önem verilen kriterler olarak bildirilmiştir (Weber, Current ve Benton, 1991: 2-18).

2000-2008 tarihleri arasındaki 78 makale üzerinden araştırma yapan Ho ve diğ. popülerlik sırasıyla kalite, teslimat, fiyat/maliyet, üretim kapasitesi, hizmet, yönetim, teknoloji, araştırma ve geliştirme, finans, esneklik, itibar, iletişim-sağlıklı ilişki, risk-güvenlik ve çevre olduğu sonucuna ulaşmıştır (Ho, Xu ve Dey, 2010: 20).

Sevklı, Koh, Zaim, Demirbag ve Tatoglu (2008) literatür üzerinde bazı (Barbarosoglu and Yazgac, 1997; Braglia and Petroni, 2000; Tam and Tummala, 2001; Masella and Rangone, 2000) araştırmalardan ve 22 ilgili yöneticiler ile görüşmeler sonucunda değerlendirme ana kriterleri ve ilgili alt kriterleri şu şekilde belirlemiştir (Sevklı, Koh, Zaim, Demirbag ve Tatoglu, 2008: 133):

- Performans değerlendirme
(sevkiyat, teslimat ve maliyet)
- İnsan kaynakları
(çalışan sayısı, organizasyon yapısı, eğitim, teknik personel sayısı)
- Kalite sistem değerlendirmesi
(işletme taahhütleri, denetim ve kontrol, kalite planlaması, kalite güvence)
- İmalat
(üretim kapasitesi, bakım, süre, gecikmeler, depolama, geliştirmeler)

- İşletme kriterleri-ticari kriterler
(itibar, yer, değer, patent, teknik kapasite)
- Bilgi teknolojisi
(rfid, edi, internet)

Jain, Singh ve Mishra: " 2008 ve sonrası için esneklik, çevre, risk ve kurumsal sosyal sorumluluk gibi kriterlere verilen önem değerinde artış olduğu görülmektedir." demektedir ve uygulaması içerisinde önem derecesine göre sırası ile ana kriterler olarak maliyet, kalite, teslimat, esneklik kriterleri ve ilgi çekici kriterler olarak da hizmet, risk, çevre uygulamaları ve sosyal sorumluluk kriterleri tercih edildi (Jain, Singh ve Mishra, 2013: 35).

4.14. TEDARİKÇİ DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ

Kategorik Yöntem:

Ortak performans değişkenleri baz alınarak tedarikçiler arasında değerlendirmeler yapılır. Her tedarikçi için her bir seçilen niteliğe memnuniyet için +, memnuniyetsizlik için -, nötr durum için 0 değeri atanır ve sonuçlar toplanarak sınıflandırılmalar ile değerlendirmeler yapılır. Seçilen nitelikler eşit ağırlıkta değerlendirilmektedir. Değerlendirmeler alıcının hafıza, sezgi, kişisel yargı ve tecrübelerine dayanır. Kesinliği düşüktür. Maliyeti düşük, kolay ve esnek uygulanabilirliği , az veri gerektirmesi gibi özelliklerinden dolayı tercih edilir.

Maliyet Oranı Yöntemi:

Maliyet, çoğu zaman önemli bir kriter olarak kabul edilmektedir. Tedarikçi değerlendirme işleminin maliyet baz alınarak uygulanması yaygınlık gösterir. Doğrudan maliyete göre sıralama yapılması yerine alış maliyeti kalite, teslimat ve servis maliyetleriyle beraber toplam maliyete oranları hesaplanarak değerlendirilmesi söz konusudur. Karmaşık bir yöntem olarak kabul edilir.

Basit Doğrusal Ağırlıklı Ortalama Yöntemi:

Bu yöntemde sırasıyla ortak kriterler belirlenir, kriterlerin ağırlıklandırmaları atanır ve her bir tedarikçi üzerinden puanlama yapılır. En çok kullanılan yöntemlerdendir. Nitel faktörler ile nicel faktörler birleştirilmesi söz konusudur. Nicel bir yöntem sayılır. Kategorik yönteme göre daha nesneldir ve değerlendirme

kriterlerine ağırlıkların verilmesi sırasında kişisel yargı ve öznel görüşler etkili olmaktadır.

Matematiksel Programlama (MP) Teknikleri:

Matematiksel Programlama (MP) amaçları ve kısıtları matematiksel olarak karşılıklarını belirleyerek, bu kısıtları göz önüne alarak amaçlara uygun en iyi sonucu bulmak için çalışan model oluşturmaktır. Bütçe, kapasite, kalite bazı örnek kısıt unsurlarıdır. Hedef değerleri kısıtlar olarak ele alınmakta ve hedeflenen değerlere ulaşmak için bir amaç fonksiyonu oluşturulmaktadır. Matematiksel programlamada çalışılacak tedarikçileri ve her bir tedarikçi için sipariş edilmesi uygun sipariş büyüklüğü tespit edilebilmektedir. Veri zarflama analizi, lineer - nonlineer modeller, hedef programlama, taşıma modelleri bazı matematiksel programlama tekniklerindendir. Bu tekniklerden veri zarflama analizi özet olarak açıklanmaya çalışılmıştır.

Veri Zarflama Analizi:

Veri zarflama analizinde etkin olan ve etkin olmayan tedarikçilerin yer aldığı iki kategori belirtilmektedir. Tedarikçi etkinliği çıktıların toplam ağırlığı girdilerin toplam ağırlığına oranlanması ile hesaplanmaktadır. Farklı ölçü birimlerine sahip birden fazla girdi ve çıktıyı kullanmaktadır. Girdiler; kalite uygulamaları, tasarım çalışmaları, üretim kapasitesi gibi ve çıktılar; kalite, fiyat, teslimat süresi gibi çok farklı birimlerden oluşan unsurlar olabilir. VZA ile bu farklı birimler dönüşüm benzeri işlemler yapmadan aynı biçimde ölçülebilmektedir. Girdileri çıktılarına çevirme yeteneği değerlendirilen birimler karar birimleridir. VZA, birden fazla karar birimi için karşılaştırma yapılmasının güçleştiği durumlarda karar birimlerinin birbirlerine göre göreceli etkinliğini değerlendirmektedir. VZA, her karar birimini en iyi karar birimi ile karşılaştıran bir uç nokta yöntemidir.

Kümeleme Analizi:

Çok sayıda ve farklı özellikte elemanın yer aldığı gruplar için istatistik temeliyle uygulanan sınıflandırma işlemidir. Aynı karakteristik özellikte olanların sınıflandırılması ile kümelemeler oluşturulur. Küme içi farklılıklar az iken kümeler arası farklılıklar daha çoktur. Birkaç kriter üzerinde tedarikçilerin karşılaştırılması ile sınıflandırmalar meydana gelmektedir.

Olaya Göre Mantık Yürütme:

Olaya göre mantık yürütme (Case-Based Reasoning- CBR) ile yaşanmış veya yaşanmakta olan bir olay üzerinden verilecek kararlar için kullanılır. Sırası ile problem tanımlanır, olay kümesi içerisinde en benzer durum tespit edilir, problem çözümünde olaylar göz önüne alınarak yeni senaryolar oluşturulur, olaylar üzerinde uygun düzeltmeler yapılır ve yeni olay ileride kullanılmak üzere saklanır. Tedarikçi değerlendirmesinde ise her yeni tedarikçi bilgileri ile birlikte bir olay olarak aktararak geçmiş verilere eklenmesi ile yöntemin tecrübe yeteneği gelişir, yeni bir tedarikçi değerlendirilmesi söz konusu olduğu zaman toplanan veriler ile değerlendirmeler ve karşılaştırmalar yapılarak uygun tedarikçi seçilir.

Uzman Sistemler:

Uzman sistemler, insan tecrübeleri ve bilgi birikimine dayanan davranışların bilgisayar sistemine aktarılıp tasarlanmış sistemlerdeki problemlere çözüm aramak için kullanılır. Uzmanların düşünce biçimini kopyalayarak, özelleşmiş alanlar üzerinde önemli açıdan katkılar sağlayarak problemlerin çözümünde yardımcı olurlar.

Yapay Sinir Ağları:

Karmaşık ve belirsiz durumlarda yapay sinir ağlarının kullanılması daha uygun olabilmektedir. Formülasyona gerek duymayan güçlü bir yapısı bulunmaktadır. İnsani karar verme fonksiyonlarını kullanılır. Bu yapıdan faydalanarak tedarikçi seçimi gerçekleştirilirken karar alma sürecinin formülasyonu yapılması gerekmemektedir. Belirsizlik ve karmaşıklık durumları söz konusu olduğunda sorunlar karşısında daha etkin çözümler sunabilmektedir.

İstatistiksel Teknikler:

Belirsizlik durumlarını indirgeme amaçlı kullanılan tekniklerdir. Karar destek sistemleri ve Monte Carlo Simülasyonu tedarikçi seçimine yardımcı olarak literatürde yer bulmuştur. Tedarikçi değerlendirme ve seçimi problemlerinde sınırlı kullanım alanı bulunur. Tedarikçi ilişkilerinin kesin olmadığı verilerinde, olasılık verilerinin olduğu durumlarda talep miktarı, kalite, teknik, teslimat zamanı gibi unsurların değerlendirildiği yöntemlerdir.

Simülasyon ile simülatöre bazı girdiler verilir ve işlem sonucunda oluşan çıktılar karşılaştırılır. Girdilere; tedarikçi nitelikleri, talep verileri, stok kontrol

uygulamaları gibi, çıktılarına ise; toplam sipariş verme maliyeti, stok maliyeti gibi unsurlar örnek olarak verilebilir.

Karar Destek Sistemleri:

Karar destek sistemleri; karar vermede yardımcı olarak kullanılan, karar verme sürecinde kullanıcıların sistemle karşılıklı olarak etkileşimde bulunduğu bir yapıdır. Özgün problemlerde çok yöntemli model olanağı sağlamaktadır.

Kullanıcılar, özgün ve belirli bir probleme değin veriler ve bir ya da daha çok yöntem çerçevesinde model kurma olanağı sağlayan bu tür sistemler yardımıyla daha hızlı ve daha isabetli kararlar verebilmektedir.

Lineer (Doğrusal) Ağırlıklandırma Yöntemleri:

Lineer ağırlıklandırma yöntemleri arasında AHP, ANP, ELECTRE, PROMETHEE, ORESTE gibi yöntemler bulunmaktadır. Kategorik yöntem de bu grupta sayılmaktadır. Temel olarak kriterler üzerine önem derecesinde ağırlıklar verilerek bir dizi işlemler ile tedarikçiler arasında karşılaştırmalar yapılmaktadır. ELECTRE, PROMETHEE, ORESTE yöntemleri üstünlükleri belirleyen yöntemlerdendir, alternatiflerin ikili karşılaştırılması temelinde yol alır. AHP yönteminde problem hiyerarşik bir yapıda ele alınır. ANP yöntemi AHP yönteminden farklı olarak ikili karşılaştırmalarda kriterlerin ve alternatiflerin etkileşimlerini de göz önüne alan bir yöntemdir.

Tümleşik Modeller:

Tedarikçi performans değerlendirme ve tedarikçi seçim problemlerinden birden fazla yöntemin beraber kullanıldığı durumlarla karşılaşmaktadır. Bazı durumlarda tek başına kullanılan yöntemlerin eksik ve yetersiz olduğu düşünülmekte ve bu sebeple birden fazla yöntemi aynı problemin çözümünde entegre kullanımı gerçekleştirilmektedir.

Bulanık küme teorisinin AHP, TOPSIS, ELECTRE, PROMETHEE, VIKOR, MOORA gibi yöntemler ile beraber yaygın olarak uygulandığı çalışmalar bulunmaktadır. Çalışmaların bir bölümünde de bir problem üzerinde birden fazla tekniğin entegre uygulandığı görülmektedir.

BEŞİNCİ BÖLÜM

KARAR TEORİSİ

Bu bölümde karar teorisi hakkında uygulama ve uygulamada kullanılan yöntemler çerçevesi dikkate alınarak genel konunun anlaşılabilirliğinin sağlanması amacıyla seçilen bazı ilgili altbaşlıklar üzerinde temel özet bilgi verilmektedir.

5.1. KARAR VERME KAVRAMI

Karar kelimesinin Türk Dil Kurumu' na göre anlamı: 'bir iş veya sorun hakkında düşünülerek verilen kesin yargı' olarak belirtilmiştir (Türk Dil Kurumu). Karar verme, birden fazla seçenek içerisinden seçim yapma işlemi olarak tanımlanır. Saaty' ye göre karar verme birleriyle rekabet içinde olan ve birbiriyle çatışan kriterlerle değerlendirilen seçenekler kümesinden en iyi seçeneği seçmektir (Saaty T. L., 1986: 841).

Karar verme problemleri, karmaşık ve çözümü zor olabilmektedir. Çok sayıda seçeneğin ve değerlendirme kriterinin bulunması, her seçeneğin niteliklerinin ve getirisinin farklı olması, karar verme için gerekli bilgilerin tam olarak bilinmemesi ile taraflı karar verme riskinin bulunması gibi birçok etmen doğru şekilde karar vermeyi zorlaştırmaktadır. Karar vericinin psikolojisi, tecrübesi, önyargısı, ekonomik, sosyal, siyasal ve çevresel faktörler de karar sonuçlarını etkileyebilen önemli unsurlardır.

Genel bir karar verme problemi içerisindeki elemanlar: karar vericiler, karar ortamı (kısıtlar), amaçlar (kriterler), seçenekler (alternatifler) dir.

5.2. KARAR TEORİSİ

İnsanların neredeyse her yaptığı davranış bir karar sonucunda ortaya çıkmaktadır. Kararlar da bu nedenle insan davranışlarıyla incelenir. Karar teorisi de kararı konu almaktadır. Karar teorisinde bu geniş alana sahip olan yapı yerine uygulanabilirlik açısından sınırlanmış, seçeneklerin olduğu bir ortam üzerinde belirlenmiş amaçlar yolunda uygulanan işlemler konu alınır.

Karar teorisi içerisinde; farklı alternatifler arasında seçim yapılan seçenekler, verilen karar sonucu oluşan durumlar ve sonuca etki eden faktörler, seçenekler karşılığında değerlendirilen durumları belirten karar matrisleri kavramları bazı temel kavramlar olarak belirtilir.

Karar teorileri genel olarak normatif ve tanımlayıcı olmak üzere ikiye ayrılır. Normatif teori verilen kararın rasyonel olabilmesi için kararın nasıl verilmesi gerektiğini belirleyen koşullar ile ilgilenir. Tanımlayıcı teori verilen bir kararın nasıl verildiği ile ilgilidir.

Çok kriterli karar verme teorisi normatif ve tanımlayıcı olabilir. AHP yöntemi de (ve dolayısıyla Bulanık AHP yöntemi de) tanımlayıcı olarak kabul edilmektedir. Tanımlayıcı önerme kabul veya ret ile ilgili bir yönlendirmeye sahip değildir. Sadece tanımlama yapar. Normatif önerme ne olması gerektiği ile ilgili yönlendirmede bulunur (Saaty ve Niemira, 2006: 49).

5.3. KARAR VERME SÜRECİ

Karar verme süreci temel olarak; problemin belirlenmesi ve tanımlanması, seçeneklerin belirlenmesi, en iyi seçeneğin belirlenmesi aşamalarından oluşmaktadır.

Karar verme sürecinin ilk aşaması, problemin belirlenmesi ve tanımlanması işlemleridir. Problemin belirlenmesi aşamasında, problemin doğru bir biçimde değerlendirilmesi, öncelikli problemin doğru olarak seçilmesi, problemin detaylarıyla açık bir şekilde tanımlanması önemlidir. Problem tanımlamasında amaçlar, karar değişkenleri, kaynak ve kısıtlar, problem çözümünde kullanılan parametreler belirtilmektedir.

Sürecin ikinci aşamasında problem içerisindeki kısıtlar göz önüne alınarak karar problemi çözümü için uygun seçenekler belirlenir. Olası tüm seçenekler tam ve doğru olarak belirtilmesi uygun seçeneklerin doğru olarak seçilebilmesinde önemlidir.

Üçüncü aşamada hedeflerimize en uygun seçenek tespit edilmektedir. Karar verilmesi sonrasında da verilen kararın nasıl sonuçlar getirdiği zaman içerisinde gözlenerek karar verme değerlendirilmesi sonucuyla yeni karar verme

problemlerinde yapılması gereken düzeltmeler belirlenerek uygun işlemler gerçekleştirilir.

5.4. KARAR VERME ORTAMLARI

Karar verme ortamı, karar vericinin seçenekleri ve bu seçeneklerin gerçekleşme olasılıkları konusundaki bilgi düzeyini gösterir. Verilen kararların doğruluğu, karar verirken sahip olunan bilginin varlığına, miktarına ve güvenilirliğine bağlıdır.

Karar ortamları, bilginin varlığı ve güvenilirliğine göre üç şekilde oluşur:

- Belirlilik altında karar verme,
- Risk altında karar verme,
- Belirsizlik altında karar verme.

Belirlilik altında karar vermede, karar verici hangi durum ile karşılaşacağını ve problemin çözümü için gerekli tüm parametreleri kesin olarak bilir.

Risk altında karar vermede, karşılaşılabılır durumlar, parametrelerin verileri kesin olarak bilinmemektedir, karar vericiler geçmiş veri ve tecrübelerden yararlanarak tahminler yapmaktadır. Bu şekilde alınan kararlar belirli düzeylerde risk içeren kararlardır.

Belirsizlik altında karar vermede karşılaşılabılır durumlar ile ilgili karar vericinin hiçbir bilgisi bulunmamaktadır. Buna benzer durumlarda, karar vericinin iyimserlik veya kötümserlik derecesine bağlı olarak değişen çözümler tercih edilebilir.

5.5. KARAR ANALİZİ YÖNTEMLERİ

Karar analizi yöntemleri genel olarak tek amaçlı karar verme, karar destek sistemleri ve çok kriterli karar verme olmak üzere üç grup olarak incelenir. Bu yöntemler özet bir biçimde açıklanmaya çalışılmıştır.

Tek amaçlı karar verme yöntemleri, tek amaçlı durumlarda belirsiz sonuçlarla elde edilebilir seçenekleri değerlendirir. Karar ağacı ve etki diyagramları yöntemleri tek amaçlı karar verme yöntemlerindendir. Doğrusal ve doğrusal olmayan

programlama, tamsayılı programlama ve dinamik programlama gibi klasik optimizasyon modelleri örnek olarak verilebilir.

Çok kriterli karar verme yöntemleri, seçenekler üzerinde sıralanma, sınıflandırma gibi amaçlar doğrultusunda; genellikle ağırlıklandırılma yapılarak, birbirleri ile çelişen nicel ve nitel değerler alan çok sayıda kriterin kullanıldığı değerlendirilme işlemleridir. Çok kriterli karar verme yöntemleri üzerinde bulanık küme teorisi sıklıkla kullanılabilmektedir. Bulanık küme uygulaması özellikle grup karar verme sürecinde karar kalitesini artırabilir ve fikir birliği seviyesini yükseltebilir.

Çok kriterli karar verme ,somut ve soyut kriterlere göre karar seçeneklerinden en iyisinin seçimiyle ilgilenmektedir. Çok kriterli karar verme; çok nitelikli karar verme ve çok amaçlı karar verme olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Çok amaçlı karar verme, karar alanının sürekli olduğu problemler üzerinde çalışır. Çok amaçlı karar verme problemi, çok nitelikli karar verme probleminden farklı olarak çatışan amaçlar setinden en iyi seçeneği tasarlamayı gerektirir.

Çok amaçlı karar verme sistemlerinde kısıtlar ve amaç fonksiyonları üzerinden başlanır, karar vericinin tercihleri genellikle farklı amaç fonksiyonlarına ağırlıkların atanması şeklinde meydana gelmektedir. Çok sayıda amaç üzerine en iyi seçenek tespiti yapılır. Amaçlar; maliyet, kar, pazar payı gibi sadece sayısal değer alabilir veya kalite, zamanında teslim, esneklik gibi sayısal olmayan kriterler de içerebilir.

Çok nitelikli karar verme yönteminde seçeneklerin kriter değerlendirmelerini kapsayan performans çizelgelerine ve kriter değerlendirmelerine ihtiyaç duyulur. Karar probleminin etkin bir şekilde kavranması seçenekler ve kriterlerin birlikte tanımlanmasını gerektirmektedir. Bu tanımlamalar sonrasında karar vericinin tercihlerini dikkate alarak farklı kriterlere atanan puanları ya da ağırlıkları sentezlenmesi ile karar vericiye farklı kriterleri, kriter puanlarına göre karşılaştırma yapabilir. Uygulamada kullanılan bulanık analitik hiyerarşi prosesi (süreci) yöntemi de çok nitelikli karar verme yöntemi olarak kabul edilir.

ALTINCI BÖLÜM

BULANIK MANTIK VE BULANIK KÜMELER

6.1. BULANIK MANTIK VE BULANIK KÜMELER KONULARININ TARİHSEL GELİŞİMİ

Bulanık mantığın ve bu mantık kurallarını kullanan bulanık küme teorisi Azerbaycan asıllı Lotfi Askerzade Zadeh tarafından geliştirilip 1965 yılında ilk kez makalesinde bahsetmiştir. Daha sonraki yıllarda, bulanık mantığın belirsizlik içeren sistemlere uygulanabilirliğini açıklayan makalelerinin de etkisi ile 1970'lerin ikinci yarısından sonra kullanılmaya başlanılmıştır. 1980' li yılların ikinci yarısından sonra Japonların ürünlerinde bulanık mantığı kullanması ile birlikte daha fazla dikkat çekmiş ve zamanla yaygınlaşarak günümüzde hemen her alanda uygulanır duruma gelmiştir (Altaş, 1999: 81).

6.2. MANTIK VE BULANIK MANTIĞIN YERİ

Mantık, Grekçe logos kelimesinden gelmektedir. Logos kelimesi; akıl, düşünme, yasa, ilke, söz anlamındadır. Mantık, bilgi yapısını inceleyen, doğru ile yanlış akıl yürütme ile doğru düşüncenin tanımlanmasıdır. Mantık, önceleri felsefe dalı iken daha sonra matematik ve bilgisayar biliminin bir parçası haline gelmiştir.

Mantık konusu matematiksel (formal-biçimsel) mantık olarak incelendiğinde; klasik mantık, matematiksel mantığın bir sınıfı olup yaygın bir kullanımı vardır. Standart mantık olarak da kabul edilir. İki değerli bir yapıdadır. Klasik olmayan mantık ise alternatif oluşturan diğer mantık sınıflarını kapsamaktadır. Klasik olmayan mantıkların içerisinde olan bulanık mantık, çok değerli mantık sınıfı içerisinde tanımlanır. Çok değerli mantık; ikiden fazla doğruluk değeri olan önermelerden oluşur. Doğruluk değeri n sonlu sayıda ise n değeri ikiden büyük olmak üzere değer sayısı baz alınarak n değerli mantık şeklinde adlandırmalar yapılmaktadır. Örneğin; doğru, yanlış ve bilinmeyen şeklinde üç doğruluk değerine sahip olan mantık üç değerli mantık olarak adlandırılmaktadır. Çok değerli mantık eğer üç değerden daha fazla sonlu miktarda doğruluk değeri varsa sonlu çok değerli

mantık, sonsuz doğruluk değeri var ise de sonsuz çok değerli mantık olarak tanımlanmaktadır. Bulanık mantık da sonsuz çok değerli mantık sınıfı içerisinde kabul edilmektedir.

6.3. BULANIK MANTIK

Bulanık mantık, belirsizlik durumlarının dikkate alınması ile geliştirilmiş çoklu düşünceler açısından tek bir yapıda işlenen akıl yürütme sistemidir. Bulanık mantığa göre faktörler ve kriterler kesin sınırlamalar olmadan sınıflandırılabilir. Belirsizlik içeren problemlerin tanımlanması ve çözümlenmesi için uygun bir yapıya sahiptir.

6.3.1. Belirsizlik

İnsanlar iletişim kurarken birçok bulanık yapıya sahip terimlerden faydalanmaktadır. (yaşlı, genç, uzun, kısa, sıcak, soğuk, ılık, hızlı, yavaş, çok, az, biraz, fazla, çok az, çok fazla gibi). Bu terimlerin kullanılması ile ifadeler kesin olmayan bir yapıya sahip olmaktadır. Bu sebeple Zadeh, klasik sistem kuramının matematiksel yöntemleri, gerçek dünyadaki özellikle insanları içeren karmaşık sistemlerle uğraşırken yetersiz kaldığını savunmaktadır (Öztürk, Ertuğrul ve Karakaşoğlu, 2008: 787).

İnsanlar olayları değerlendirirken farklı sözel ifadeler kullanmakta ve bu ifadeler farklı anlamlar taşımaktadır. Bu durum belirsizliklerin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Zadeh ayrıca gerçek dünya sorunları ne kadar yakından incelenmeye alınırsa, çözümün daha da bulanık hale geleceğini belirtmektedir. Bu durumun nedeni, bilgilerin çokluğu ile beraber insanlar tarafından aynı şekilde anlaşılabilmesi, yorumlanabilmesi ve dile getirilememesi sonucunda kesinliklerin oluşamaması yani belirsizliklerin meydana gelmesi diyebiliriz. Sonuç olarak bulanıklık kavramı bilimsel olarak belirsizlik ifadesiyle açıklanmış ve bu belirsizlikleri ifade edebilmek amacı ile bulanık mantık kullanılmıştır.

6.3.2. Dilsel Değişkenlik

Nitel durumların insanlar tarafından farklı yorumlanması sonucunda nicel bir ifade ile belirtilmesi dilsel değişkenlik gösterir ve bu durum dilsel değişken kelimeler kullanılarak (yüksek, çok yüksek, alçak gibi) ifade edilir. Bu ifadelerin sayısal karşılığı kişiden kişiye farklılık gösterebilmektedir. Örneğin soğuk bölgelerde yaşayan insanlar ile sıcak bölgelerde yaşayanların "bugün hava sıcak" ifadesinin sayısal karşılıkları aynı olmamaktadır. Dilsel değişkenler dilsel belirsizliklere yol açar. Bu şekilde net olmayan, dilsel belirsizlik gösteren ifadelerin modellenmesi ile anlamlı bir hale gelebilmesi için bulanık mantık kullanılmaktadır.

6.3.3. Klasik Mantık ve Bulanık Mantık

Klasik mantık kesin ve herkes tarafından aynı şekilde algılandığı varsayılan durumlar kümesini kullanmaktadır. Klasik mantık, iki durum üzerinden ele alınmaktadır. Bu iki durum iki ayrı küme oluşturmaktadır. Örneğin; uzun ve kısa kümelerinin tanımı şu şekilde olsun: 155 cm uzunluğa kısa , 180 cm uzunluğa da uzun diyelim. Klasik mantık ya hepsi ya da hiçbiri şeklinde kesin tanımlamalardan oluşur. Klasik mantığa göre 155 ile 180 arasında olan 175 cm değeri bu iki kümeye de dahil olmamaktadır. Bulanık mantık düşüncesinde bu iki küme içerisinde kısmen tanımlanır. Yani belirli derecede kısa ve belirli derecede uzun kabul edilmektedir. Klasik mantık 0 ve 1 kullanırken bulanık mantık 0 ve 1 arasındaki sonsuz durumu da içerisine dahil etmektedir. İnsan düşünce yapısına daha uygun olan bulanık mantık, klasik mantığın uç formları arasındaki ara formları uç formlara olan yakınlık dereceleri ile tanımlanmaktadır.

6.3.4. Bulanık Mantığın Uygulama Alanları

Bulanık mantık; karar verme, kontrol sistemleri, psikoloji, güvenlik, ekonomi, tıp çevre gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Gerçek hayatta klimalar, çamaşır makineleri, kameralar, otomobiller, metro trenleri, çimento fırınları, su ısıtıcıları, televizyonlar, asansör denetim sistemleri, film yapımları, bilgisayar oyunları, bazı

pişirme araçları, mikrodenetleyiciler ve mikroişlemciler gibi birçok sistem üzerinde karşımıza çıkmaktadır. Tekerleklerin kilitlenmeden fren yapabilmeyi sağlayan ABS fren sistemi, çamaşır niteliklerine göre yıkama programı seçebilen çamaşır makinesi, ortama göre ekran parlaklığı ayarlayan monitör ve televizyonlar gibi birçok kullanım örneği bulunmaktadır. Ortam şartlarına uyum sağlayabilen, otomatik seçme ve ayarlama işlemleri gerçekleştiren sistemler üzerinde uygulamaları yaygındır.

6.3.5. Bulanık Mantığın Avantajları ve Dezavantajları

Bulanık mantık, öğrenme yeteneğinin modellenbilmesinde kolaylık sağlamaktadır. İnsan düşünme şekline yakınlığı, kullanıcı deneyimlerinden yararlanılması, kolay uygulanabilir olması, daha hızlı ve ucuza mal olan yazılımlar ortaya çıkarması, karmaşık durumların azaltılması gibi birçok avantajı olan bulanık mantık belirsiz durumları matematiksel tanımlayabilme yeteneğine sahiptir.

Bulanık mantık ile kararlılık analizi yapılamamaktadır. Bunu yanında üyelik fonksiyonu bazı durumlarda zaman alabilen denemeler ile belirlenmekte ve bu belirlemeler için belirli bir kural kullanılmamaktadır. Kurallar da deneyimler sonucu oluşmaktadır.

6.4. BULANIK KÜMELER

Yaklaşıklık, bulanıklık, belirsizlik içeren durumlarda en uygun yöntem küme elemanlarına değişik üyelik derecelerinin atanmasıdır. Aristo mantığı kesinlik yaklaşımıyla modelleme yapmakta, evet / hayır, iyi / kötü, doğru / yanlış gibi iki yönlü ifadeler kullanmaktadır (Ecer, 2006: 78).

Aristo mantığında var ve yok kavramları için, bir eleman ya vardır ya da yoktur, kısmen biraz var ara kavramı boşta kalmaktadır. Karşılaşan belirsizlikler ara formlarda dikkate alınmadığında yanıltıcı ve eksik bir tanımlama yapılmış olmaktadır. Zadeh bulanık küme mantığında sonsuz ara formlar da tanımlanabilmektedir. Bu insan bakışını içeren gerçek dünyaya daha yakın, güçlü ve esnek özellikli betimlemeleri, ara formlar olarak varlık derecesi üzerinden belirsizliklerin belirlenip ifade edilmesi sonucunda kavramlara üyelik derecesi atayarak matematiksel olarak tanımlanması ile gerçekleştirilir.

Bulanık küme kuramının amacı belirsizlik ifade eden veya tanımlanması güç olan kavramlara üyelik derecesi atayarak onlara belirlilik getirmektir. Bulanıklık ' $\sim$ ' sembolü ile gösterilir ve bulanık bir küme ifadesi için kullanılır (Seçme ve Özdemir, 2008: 178).

6.4.1. Üyelik Derecesi ve Üyelik Fonksiyonu

Üyelik derecesi; doğruluk değeri, bulanık kümeye aitlik düzeyi, kümenin elemanı olma mertebesi olarak tanımlanabilir. Bir ifadenin bir kümeye yakınlığını belirten sayı değerine üyelik derecesi denir. Bulanık varlık kümesinde tüm varlıkların üyelik derecesi bulunmaktadır. Bulanık kümeye dahil olmayan elemanların üyelik derecesi 0, kümeye tam dahil olanların üyelik derecesi de 1 olarak atanmaktadır. Kümeye dahil olup olmadıkları belirsiz olan elemanlara ise belirsizlik durumuna göre 0 ile 1 arasında değerler atanır. Bu atama subjektif bir biçimde gerçekleşir.

Üzerinde işlem yapılan tüm kümeleri içine alan en büyük kümeye evrensel küme denir. Bulanık küme, evrensel kümenin her bir elemanı için bir üyelik derecesi belirlenmesi ile oluşan tanımdır.

Üyelik fonksiyonu ifadesi:

X evrensel küme,

$\tilde{A}$ bulanık küme,

$\mu_{\tilde{A}}(x)$ üyelik fonksiyonu olmak üzere ve

$R \rightarrow [0,1]$, üyelik fonksiyonu tanımlama aralığı ise

$\mu_{\tilde{A}}(x): X \rightarrow [0,1]$ kapalı aralık olarak veya $0 \leq \mu_{\tilde{A}}(x) \leq 1$

biçiminde gösterilir.

Üyelik fonksiyonu değerleri;

$\mu_{\tilde{A}}(x) = 0$ ise x değeri $\tilde{A}$ bulanık kümesinin üyesi değildir.

$\mu_{\tilde{A}}(x) = 1$ ise x değeri $\tilde{A}$ bulanık kümesinin tam üyesidir.

$\mu_{\tilde{A}}(x) = m$ ise ve $0 < m < 1$ ise x değeri $\tilde{A}$ bulanık kümesinin m üyelik derecesinde kısmi üyesidir diyebiliriz.

$\tilde{A}$ kümesi $\tilde{A} = [a_1, a_3]$ aralığında tanımlarsak genel olarak $\mu_{\tilde{A}}(x)$ üyelik fonksiyonu gösterimi şu şekildedir:

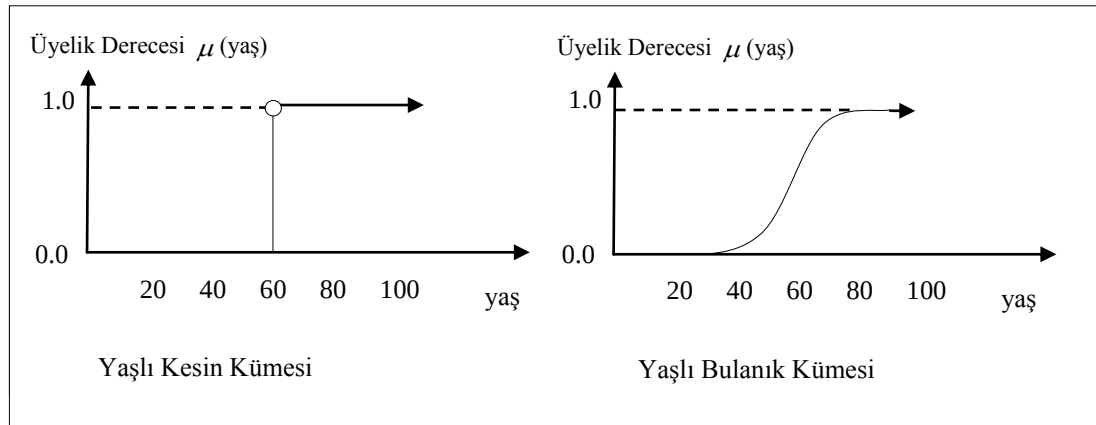
$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1 \\ 1, & a_1 \leq x \leq a_3 \\ 0, & x > a_3 \end{cases} \quad (1)$$

6.4.2. Kesin Küme ve Bulanık Küme

Bulanık küme, değişik üyelik derecelerine sahip elemanları olan bir küme türüdür. Böyle bir küme, elemanlarının her birine 0 ile 1 arasında üyelik değeri atayabilen bir üyelik fonksiyonu ile karakterize edilebilir.

Kesin (klasik) küme tanımında belirsiz eleman diye bir şey söz konusu değildir. Bir eleman ya kümeye dahildir ya da tamamen değildir. Kesin kümelerde bir elemanın alabileceği üyelik değeri ya 0 ya da 1' dir.

Şekil 12:Kesin Küme ve Bulanık Küme Örneği



Kaynak: Altaş, 1999:81.

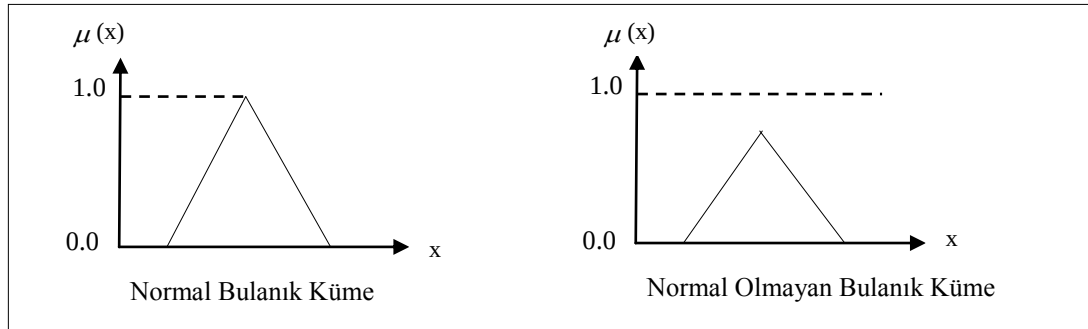
Yaş evrensel kümesini örnek aldığımızda; yaşlı kesin küme fonksiyonu 60 yaşından büyük olanlar yaşlıdır şeklinde tanımlama yapabiliriz. Yani 65 yaşı yaşlı kesin kümesine ait iken 55 yaşı ise yaşlı kesin kümesine ait değildir. Yaşlı bulanık kümesi fonksiyonu tanımlaması ise 25 ve 25 yaşından küçük olanlar yaşlı değildir, 25 ile 75 arasındaki yaşlar kısmen yaşlı ve 75 ve üzeri ise tamamen yaşlı şeklinde yapılabilir. Yaşı 20' nin altında olanların yaşlı bulanık kümesindeki üyelik dereceleri sıfır iken, yaşı 20' nin hemen üzerinde ve 25' ten küçük olanların üyelik derecesi sıfırın biraz üzerinde, yaşı 75'e gelmek üzere olanların üyelik derecesi de 1'e yakındır. Örneğin,

26 yaşındaki birisinin yaşlı kümesindeki üyelik derecesi oldukça az iken, 65 yaşındaki birinin üyelik derecesi oldukça fazladır (Altaş, 1999: 82).

6.4.3. Bulanık Küme Tanımlamaları

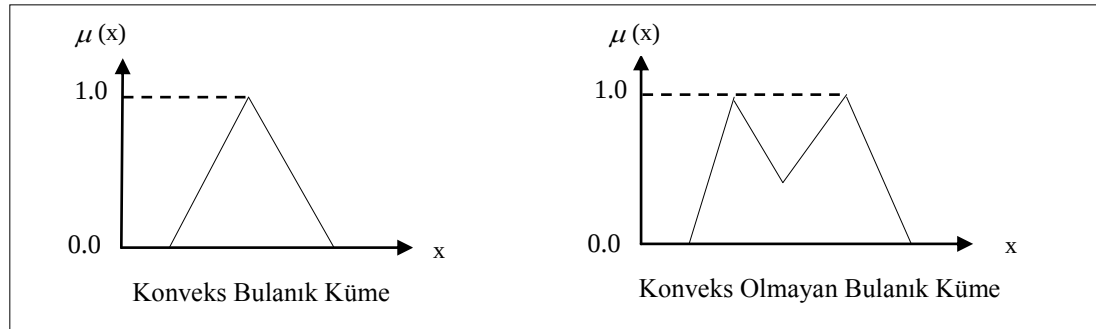
Bulanık kümenin üyelik derecesi 1 olan en az bir elemanı var ise normal bulanık küme, yok ise normal olmayan bulanık küme olarak tanımlanır.

Şekil 13: Normal Bulanık Küme ve Normal Olmayan Bulanık Küme



Üyelik değerleri monoton artan, monoton azalan, monoton artıp sonra monoton azalan üyelere sahip olan bulanık küme konveks bulanık kümedir, diğer durumlarda ise konveks olmayan bulanık küme olarak tanımlanır.

Şekil 14: Konveks ve Konveks Olmayan Bulanık Küme



6.5. ÜYELİK FONKSİYONLARI

Üyelik fonksiyonu olarak kullanılan bazı bulanık küme fonksiyonları iki parametrelili artan, iki parametrelili azalan, üç parametrelili artan, üçgen, yamuk,

gaussian, çan, sigmoid, sinüsoid, Cauchy türü fonksiyonlardır. Konu ve uygulama nedeniyle üçgensel üyelik fonksiyonu üzerinde durulmaktadır.

6.5.1. Üçgensel (Triangular) Üyelik Fonksiyonu

Üçgensel üyelik fonksiyonu, elemanları $\tilde{A} = (l, m, n)$ şeklinde tanımlanan fonksiyonlardır. Burada, m en olası değeri, l en küçük değeri ya da alt sınırı, n ise en büyük değeri ya da üst sınırı ifade etmektedir. (Lee, Chen ve Chang, 2006: 100).

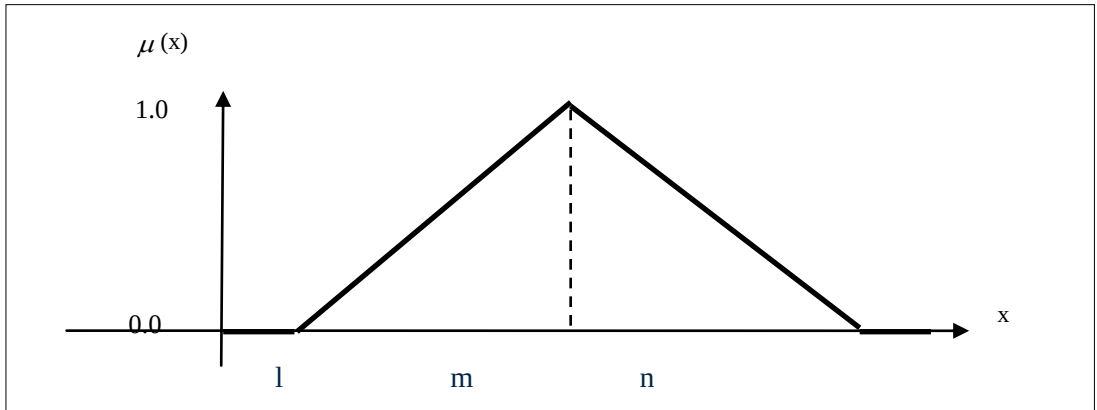
Üçgensel üyelik fonksiyonu;

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0, & x < l \\ \frac{x-l}{m-l}, & l \leq x \leq m \\ \frac{n-x}{n-m}, & m \leq x \leq n \\ 0, & x > n \end{cases} \quad (2)$$

şeklinde tanımlanmaktadır.

Bulanık kümelerde üçgensel (triangular) üyelik fonksiyonunun grafiği de aşağıdaki şekilde görülmektedir.

Şekil 15: Üçgensel Üyelik Fonksiyonu Grafiği



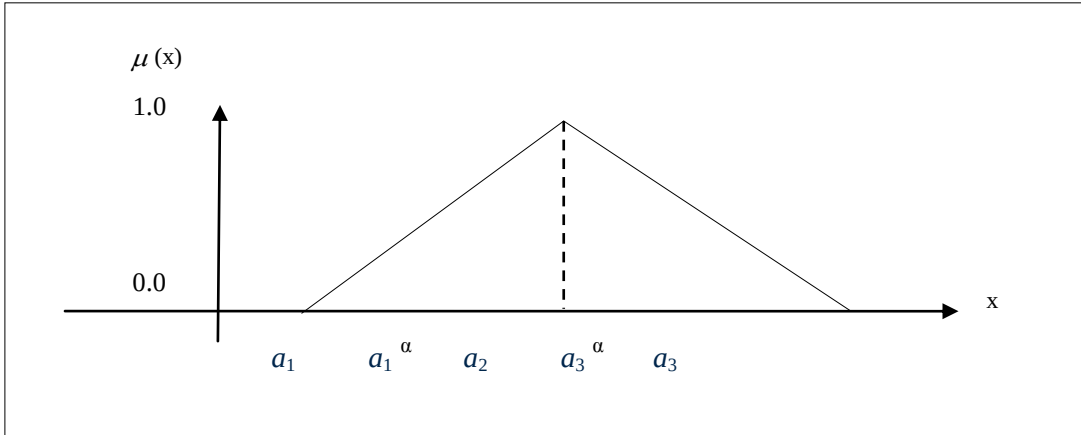
6.5.2. Üçgensel Üyelik Fonksiyonu ve α Kesim Katsayısı Uygulaması

$\mu_{\tilde{A}}(x)$ üçgensel üyelik fonksiyonu aşağıdaki gibi tanımlanmış olsun:

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1 \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1}, & a_1 \leq x \leq a_2 \\ \frac{a_3 - x}{a_3 - a_2}, & a_2 \leq x \leq a_3 \\ 0, & x > a_3 \end{cases} \quad (3)$$

Bu fonksiyon baz alındığında küme, $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3)$ olmalıdır. Burada a_2 normal değerli üyelik olarak tanımlanabilir. Bulanık mantık bu noktada bir α katsayısına bağlı olarak a_2 ' ye yakın değerlerin, bu değere yüklenen anlam ile temsil edileceğini varsaymaktadır. Diğer bir deyişle a_2 ' deki belirsizlik, varsayılacak ya da dağılıma göre bulunabilecek bir α katsayısı ile azaltılabilir.

Şekil 16: α Kesim Katsayısı ve Sayıların Komşuluğu



α değeri kesim katsayısı olarak adlandırılır. a_1^α ve a_3^α sayıları ise a_2 normal değerinin komşuluğunu oluşturan aralığın alt ve üst sınır değerleridir.

$$\alpha = \frac{a_1^\alpha - a_1}{a_2 - a_1}, \alpha = \frac{a_3^\alpha - a_3}{a_3 - a_2} \quad (4)$$

formüllerini kullanıyoruz.

Bu iki formülden $\forall \alpha \in [0,1]$ için $\tilde{A}_\alpha = [a_1^\alpha, a_3^\alpha]$ aralığı a_1^α ve a_3^α değerleri :

$$a_1^\alpha = \alpha(a_2 - a_1) + a_1,$$

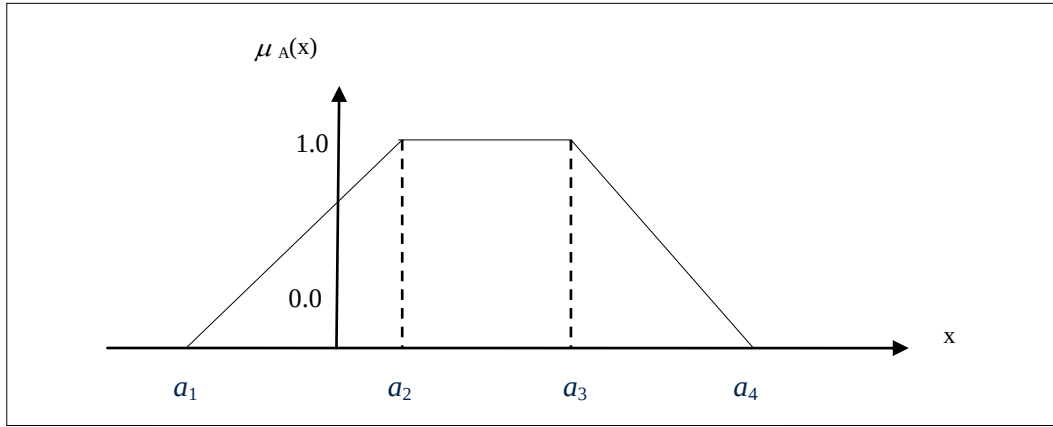
$$a_3^\alpha = a_3 - (a_3 - a_2)\alpha \text{ olarak elde edilmektedir.}$$

Bulunan değerler ile yamuk küme üyelik fonksiyonu tanımı oluşturulur:

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1 \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1}, & a_1 \leq x \leq a_2 \\ 1 & a_2 \leq x \leq a_3 \\ \frac{a_4 - x}{a_4 - a_3} & a_3 \leq x \leq a_4 \\ 0, & x > a_4 \end{cases} \quad (5)$$

Küme $\tilde{A} = (a_1, a_2, a_3, a_4)$ şeklinde tanımlanan yamuk bulanık bir kümedir.

Şekil 17: Yamuk Sayı Komşuluğu



6.6. BULANIK SAYILAR

Bulanık olmayan sayılar tek bir noktada tanımlıdır ve bulanık olmayan sayıların üyelik dereceleri, 0 ya da 1 dir. Bir bulanık sayı, en az bir aralıkta tanımlıdır ve üyelik derecesi $[0, 1]$ kapalı aralığında değişen konveks bir bulanık kümedir. Bulanık sayının alabileceği değerler ve bu değerlerin üyelik dereceleri tanımlanmaktadır. Bulanık sayılar aralık olarak tanımlanır. Bulanık sayılar çeşitli şekillerde gösterilebilir. Örneğin; $(15, 21)$ şeklinde, $(3, 6, 10)$ üçgensel bulanık sayı şeklinde, $(3, 7, 11, 16)$ yamuk bulanık sayı şeklinde, bunların dışında daha farklı birçok sayısız şekillerde de tanımlanabilmektedir.

6.6.1. Üçgensel Bulanık Sayılar

Üçgensel bulanık sayılar, bulanık sayıların özel bir sınıfıdır. Bulanık sayıların kullanıldığı çalışmalar üzerinde işlem kolaylığı sağlaması nedeniyle yaygın olarak tercih edilmektedir. Üçgen bir bulanık sayının üyelik fonksiyonu aşağıda verilen özellikleri taşımalıdır:

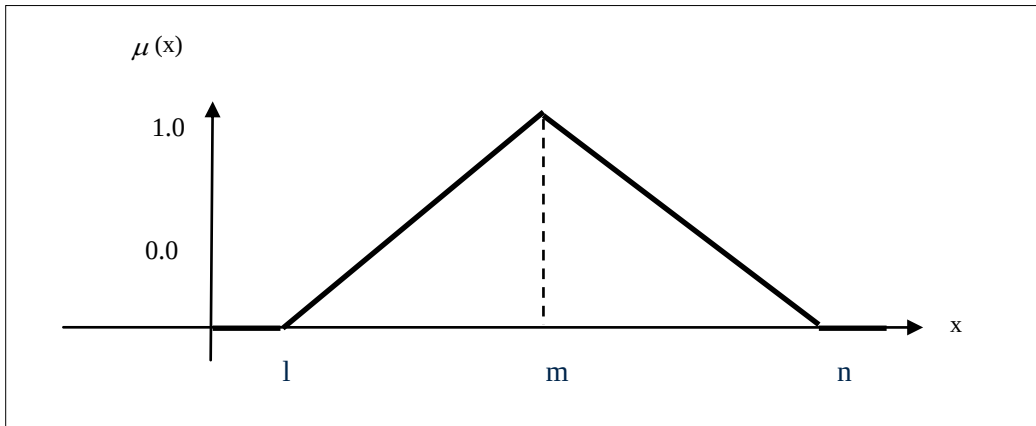
- $x \in (-\infty, l] \cup [u, +\infty) \rightarrow \mu_{\tilde{A}}(x) = 0$.
- $\mu_{\tilde{A}}(x)$; $[l, m]$ aralığında artan, $[m, u]$ aralığında azalan bir fonksiyondur.
- $x = m \rightarrow \mu_{\tilde{A}}(x) = 1$.

Üçgensel bulanık sayı elemanları küçükten büyüğe doğru yazılır. Her bir sayı üç bileşenden oluşur. Bu bileşenlerden birinci bileşen en alt değeri, ikinci bileşen yani ortadaki değer olabilecek optimum değeri ve üçüncü bileşen de en üst değeri gösterir.

$\tilde{A} = (l, m, n)$ şeklinde tanımlanan üçgensel bulanık sayısı için m en olası değeri, l en küçük değeri ya da alt sınırı, n ise en büyük değeri ya da üst sınırı belirtmektedir. Aşağıda bu üçgensel bulanık sayının üyelik fonksiyonu ve grafiği gösterilmektedir.

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0, & x < l \\ \frac{x-l}{m-l}, & l \leq x \leq m \\ \frac{n-x}{n-m}, & m \leq x \leq n \\ 0, & x > n \end{cases} \quad (6)$$

Şekil 18: Üçgensel Bulanık Sayı Üyelik Fonksiyonu Grafiği



6.6.2. Üçgensel Bulanık Sayılarda İşlemler

$\tilde{P}$ ve $\tilde{R}$ bulanık sayıları, $\tilde{P} = (p_1, p_2, p_3)$ ve $\tilde{R} = (r_1, r_2, r_3)$ için;

$$\tilde{P} + \tilde{R} = (p_1 + r_1, p_2 + r_2, p_3 + r_3) \quad (7)$$

$$\tilde{P} - \tilde{R} = (p_1 - r_1, p_2 - r_2, p_3 - r_3) \quad (8)$$

$$\tilde{P} \times \tilde{R} = (p_1 \times r_1, p_2 \times r_2, p_3 \times r_3) \quad (9)$$

$$\frac{\tilde{P}}{\tilde{R}} = \left(\frac{p_1}{r_3}, \frac{p_2}{r_2}, \frac{p_3}{r_1} \right) \quad (10)$$

$$\tilde{P}^{-1} = \left(\frac{1}{p_3}, \frac{1}{p_2}, \frac{1}{p_1} \right) \quad (11)$$

6.6.3. Üçgensel Bulanık Sayılarda Sıralama

Bulanık sayılar üzerinde yorumlar yapabilmek için bulanık sayıların sıralanmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bulanık sayıların sıralanması üzerine birçok yöntem geliştirilmiştir. Bunlardan bazıları açıklanmaya çalışılacaktır.

6.6.3.1. α Kesme Yöntemi ile Sıralama

$\tilde{A}$ ve $\tilde{B}$ gibi iki bulanık sayının karşılaştırılmasında, $\alpha \in [0,1]$ olacak şekilde bir α değeri alınır ve her iki bulanık sayının α kesim katsayısı uygulaması sonuçları karşılaştırılır.

Önceki bölümde '5.15' α kesim katsayısı uygulaması anlatılmıştır. Bu nedenle konu tekrar açıklanmamıştır.

6.6.3.2. Bulanık Ortalamalar ve Sapmalar ile Sıralama

$\tilde{A} = (l, m, n)$ Üçgensel bulanık sayısı için,

Normal dağılım için:

$$\tilde{x}_u(\tilde{A}) = \frac{1}{3}(l + m + n) \quad (12)$$

$$\tilde{\sigma}_u(\tilde{A}) = \frac{1}{18}(l^2 + m^2 + n^2 - lm - mn - ml) \quad (13)$$

Orantılı dağılım için:

$$\tilde{x}_u(\tilde{A}) = \frac{1}{4}(l + 2m + n) \quad (14)$$

$$\tilde{\sigma}_u(\tilde{A}) = \frac{1}{80}(3l^2 + 4m^2 + 3n^2 - 2lm - 4mn - 4ml) \quad (15)$$

hesaplamaları yardımı ile sıralama yapılır.

6.6.3.3. Bulanık Ortalama Değer Yöntemiyle Sıralama

Ortalama değer bulmada ağırlıklı aritmetik ortalama, geometrik ortalama, kareli ortalama, orijine göre uzaklık(vertex yöntemi) kullanılabilmektedir.

$\tilde{A} = (l, m, n)$ üçgensel bulanık sayısı için,

ağırlıklı aritmetik ortalama;

$$A_0 = \frac{g_1 l + g_2 m + g_3 n}{g_1 + g_2 + g_3} \quad (16)$$

geometrik ortalama;

$$G_o(\tilde{A}) = \sqrt[3]{lmn} \quad (17)$$

orjin noktasına olan uzaklık;

$$d(\tilde{A}) = \sqrt{l^2 + m^2 + n^2} \quad (18)$$

kareli ortalama;

$$K_o(\tilde{A}) = \sqrt{\frac{l^2 + m^2 + n^2}{3}} \quad (19)$$

sonuçları baz alınarak sıralanabilmektedir.

6.6.3.4. Liou ve Wang'ın Sıralama Yöntemi

$\alpha \in [0,1]$ iyimserlik indeksi olarak tanımlanan değerdir, α büyüdükçe iyimser bir karar verici, küçüldükçe ise karamsar bir tercih olacaktır.

$\tilde{A} = (l, m, n)$ üçgensel bulanık sayısı için,

$$I_T^\alpha = \frac{[\alpha(m + n) + (1 - \alpha)(l + m)]}{2} \quad (20)$$

değeri elde edilerek sıralama gerçekleştirilir.

6.6.4. Bulanık Sayılarda Durulaştırma (Defuzzification)

Bulanık sayıların kesin değerlere dönüştürülmesi olan durulaştırma işlemi genellikle son aşamada karar verebilmek için uygulanmaktadır. Durulaştırma ile bulanık olarak elde edilen verilerden gerçeğe, olması gerekene en yakın yorumlamaların yapılmasının sağlanması amaçlanmaktadır.

En Büyük Üyelik-Yükseklik:

En yüksekte olan tepenin üyelik derecesi seçilir. Birden fazla olan durumlarda ortalaması alınmaktadır. Çıkarım kümesinin tepeleri olması gerekmektedir.

Ağırlık Merkezi:

Çıkarım kümesinin ağırlık merkezi noktasına karşılık gelen değer kullanılır. Oluşan her tür çıkarım kümesine karşılık bir çözüm sunması büyük bir avantajdır.

Toplamların Merkezi:

Üyelik fonksiyonların ağırlık merkezleri ile ağırlıkları çarpılır ve toplam ağırlığa bölünür.

Ağırlıklı Ortalama:

Simetrik üyelik fonksiyonlarda kullanılır. Çıkarım kümesini oluşturan her bir üyelik fonksiyonun en büyük üyelik derecesi ile bu üyelik derecelerine karşılık gelen her bir değer çarpılır ve toplanır. Sonuç karşılık gelen değerlerin toplamına bölünür.

Ortalama En Büyük Üyelik- En Büyüklerin Ortası:

En büyük üyelik uygulamasının ortalamaların alınmış halidir.

En Büyük Alanın Merkezi:

Birden fazla dışbükey alt bulanık kümesi bulunduğunda en büyük alanın ağırlık merkezi durulaştırma değeri olarak kabul edilir. Ağırlık merkezi yöntemine benzemektedir. Tüm çıkarım kümeleri dışbükey olduğunda ağırlık merkezi yönteminin aynısıdır. Dışbükey olmayan durumlar ve birden fazla dışbükey alt bulanık kümesi olduğu durumlarda en büyük alan ağırlık merkezi alınır.

Kwong ve Bai:

$\tilde{A} = (l, m, n)$ Üçgensel bulanık sayısı için, (Kwong ve Bai, 2003):

$$D_{\tilde{A}} = \frac{l + 4m + n}{6} \quad (21)$$

formülü uygulanır.

YEDİNCİ BÖLÜM

ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ (AHP)

7.1. AHP YÖNTEMİ

AHP, çok kriterli karar verme problemlerinin çözülmesinde kullanılan bir karar verme yöntemidir. Hem nicel hem de nitel kriterlerin bütün olarak hiyerarşik bir yapı üzerinden işlenerek değerlendirilme yeteneğine sahiptir. Performans değerlendirme problemi de, yapısı gereği nicel ve nitel kriterlerin birlikte analiz edilmesi gerekebilen çok kriterli karar verme problemi olarak kabul edilebilir. AHP yöntemi de bu nedenle bir performans değerlendirme aracı olarak da kullanılmaktadır.

AHP yöntemi uygulamalarında öncelikle problem belirlenir ve probleme ait kriterler alt kriterler ve alternatifler hiyerarşik bir yapı oluşturularak ortaya konulur. İkili karşılaştırmalar yapılarak karşılaştırma matrisi elde edilir ve bu verilerden her kriterin önem derecesi belirlenir. Yöntem uygulaması sonucunda tüm kriterler değerlendirilerek en iyi seçenek ya da en iyi sıralama önem dereceleri ile beraber bulunmuş olur.

7.2. AHP YÖNTEMİNİN TARİHSEL GELİŞİM SÜRECİ

1971' de Saaty, Savunma bakanlığıyla ortak bir çalışma yaparken, AHP'nin de temeli atılmıştır. Çalışmasının ikinci kısmında, ulusun refah düzeyine katkısına göre, endüstrilere elektrik dağıtımının oranlanması problemiyle ilgili bir çalışma yapmıştır (Saaty T. , 1972). Yöntemin teorik gelişimi, 1974 ve 1978 yılları arasında gerçekleşmiştir. Saaty, 1980 yılında “The Analytic Hierarchy Process” adlı kitabında yöntemi konu almış ve detaylı olarak açıklamıştır (Saaty T. L., 1980). Belton ve Gear, 1982 yılında ikili karşılaştırmalar yöntemindeki sorunları tanımlayarak yenilenmiş AHP modelini açıklamıştır (Belton ve Gear, 1982). 1994 yılında T. Saaty de düzenlemeleri uygun görerek ideal AHP modeli olarak kabul etmiştir. Saaty, 'Fundamentals of Decision Making and Priority' kitabında AHP'nin

kolay kullanılabilir bir yöntem olma sebeplerini bir araştırma desteği ile açıklamaktadır (Saaty T. , 1994).

7.3. AHP' NİN KOLAY UYGULANABİLİRLİĞİNİN NEDENLERİ

AHP' nin kolay uygulanabilirliğinin nedenleri:

- Yöntem doğal bulunmakta ve yöntemi kullanmaktan çekinilmemektedir.
- Kullanabilmek için ileri teknik bilgiye sahip olunması gerekmemektedir.
- İnsanların hisleri, heyecanları ve de düşünceleri üzerine dayalı göz kararı denebilecek türde verileri içerebilir.
- Ölçülen veriler arasında subjektif değerlendirmeyi dikkate alabilmektedir.
- Değerlendirilen kriterlere, belirli bir puan düşünülüp seçilmesi yerine ikili karşılaştırmalar yapılabilmesini sağlamaktadır.
- Basit ve etkin bir prosedüre sahip olması ile değişik tecrübe ve görüşler içerisinde bile, bir sonuca ulaşılabilir.
- Karar vericilerin yargılarını da, düşünceleri kadar dikkate almaktadır.
- Hem ölçülebilen hem de ölçülemeyen verileri kullanabilmektedir.
- Yöntem, kaynak atanması, fayda/maliyet analizi, çakışmaların çözülmesi, sistem tasarımı optimizasyonu alanlarında direkt olarak kullanılabilir (Saaty T. , 1994: 29).

7.4. AHP UYGULAMASININ İŞLEYİŞİ

AHP bir karar verme ve tahminleme yöntemidir. AHP, karar hiyerarşisi tanımlanabilmesi durumunda uygulanır. Karar hiyerarşisi üzerinde, önceden tanımlanmış bir karşılaştırma skalası kullanılmaktadır. Kararı etkileyen kriterler ve kriterlere göre karar noktalarının önem değerleri açısından, ikili karşılaştırmalar yapılmaktadır. Yöntem sonucunda kararı etkileyen kriterler bazında karar noktalarının yüzde dağılımları elde edilmesi ile önem değerlerine göre sıralaması oluşmaktadır.

AHP yönteminde sırasıyla şu adımlar izlenmektedir:

- Problem belirlenir, hiyerarşide en üstte yer alacak hedef belirlenir.
- Hiyerarsi oluşturularak en üstte amaç olmak üzere kriterler, alt kriterler ve alternatifler belirlenir.
- İkili karşılaştırma matrisi oluşturulur.
- İkili karşılaştırma matrisinden yararlanarak ağırlık vektörü bulunur.
- Tutarlılık oranı hesaplanması ile tutarlılık durumunda karar verilir. Tutarlı olmama durumunda ikili karşılaştırmalar tekrar gözden geçirilerek işlemler tekrarlanır.

7.5. AHP YÖNTEMİNİN UYGULANMASINDA ÖNEMLİ NOKTALAR

AHP yönteminin doğru bir şekilde sonuç verebilmesi için bazı önemli noktaların bilinmesi ve bu doğrultuda özen gösterilerek uygulanması gerekmektedir. Bunlardan bazıları şunlardır:

- Uygulanacak problem ve hedef doğru ve tam bir şekilde tanımlanmalıdır.
- Amaca en uygun seçenekler ve kriterler tespit edilmelidir.
- Seçenekler arasında farklılıkların çok fazla olmaması gerekmektedir.
- Kriterler birbirinden bağımsız olması gerekmektedir.
- A kriteri B kriterine göre m kat önemli ise B kriteri A kriterine göre $1/m$ kat önemli kabul edilir.
- Kriterlerin doğru değerlendirilebilmesi için seçeneklerin birbirinden bağımsız olması gereklidir.
- Hiyerarşik yapı içerisindeki gruplamalar oluşturulurken gruba ait öğeler birbirinden bağımsız kabul edileceği, gruplar arasındaki öğeler birbirlerini etkileyebileceği göz önüne alınmalıdır.
- Kriter sayısının çokluğu tutarlılığı azaltabilmektedir.

7.6. AHP YÖNTEMİNİN UYGULANMASI

AHP; hiyerarşilerin oluşturulması, üstünlüklerin belirlenmesi ve mantıksal ve sayısal tutarlılık ölçülmesi olmak üzere üç temel prensip üzerinde gerçekleştirilir. Son olarak da öncelik değerlerinin (üstünlüklerin) sentezi işlemi gerçekleştirilir.

7.6.1. Hiyerarşilerin Oluşturulması

İlk aşamada karar verme problemi tanımlanır. Karar verme probleminin tanımlanması için önce seçenekler (karar noktaları) saptanır. Karar kaç sonuç üzerinden değerlendirileceği belirlenmiş olur. Daha sonra seçenekleri etkileyen ana kriterler saptanır. Ana kriterlerin alt kriterleri, varsa daha alt kriterleri hiyerarşik düzene uygun şekilde tespit edilir. Sonucu etkileyecek kriterlerin doğru belirlenmesi ve her bir kriterin detaylı açıklanması sonucunda anlaşılabilirliği ve bağımsızlığı sağlanan kriterlerin kullanılması ile ikili karşılaştırmaların doğru, tutarlı ve etkin yapılabilmesi oldukça önemlidir. Son olarak da karar seçenekleri(alternatifleri) hiyerarşinin en alt seviyesinde yer alır.

Problemin anlamlı bir şekilde hiyerarşik bir yapıya aktarılması gerekmektedir. Bu hiyerarşik yapı sağlanırken problemi en iyi şekilde ifade edebilmeli, problemi etkileyen tüm unsurlar dikkate alınmalı ve problemle ilgili katılımcılar tespit edilmelidir (Saaty, 1990: 10).

Problemin hiyerarşik olarak işlenmesi birçok avantaj sağlamaktadır. (Saaty, 1990: 11)

- Hiyerarşik yapı sayesinde hiyerarşinin üst seviyelerinde yer alan elemanlarda olacak değişikliklerin alt seviye elemanlarını nasıl etkilediği kolayca görülebilir,
- Hiyerarşik düzenlenmiş sistemleri değerlendirmek daha kolay ve etkilidir,
- Küçük değişimler, hiyerarşiyi küçük miktarlarda etkilediğinden kararlılık ve esneklik özelliklerinin sürdürülmesi kolaydır,
- Hiyerarşiler bir sistem hakkında detaylı bilgi verir ve problemin, sistematik olarak incelenebilmesine yardım eder.

İyi bir hiyerarşi tasarımı için;

- Genel amacın belirlenmesi,
- Kriterlerin belirlenmesi,
- Seviyelerin ve her seviyede bulunan elemanların belirlenmesi,
- Elemanların tanımlanması,
- Hiyerarşinin Değerlendirilmesi,

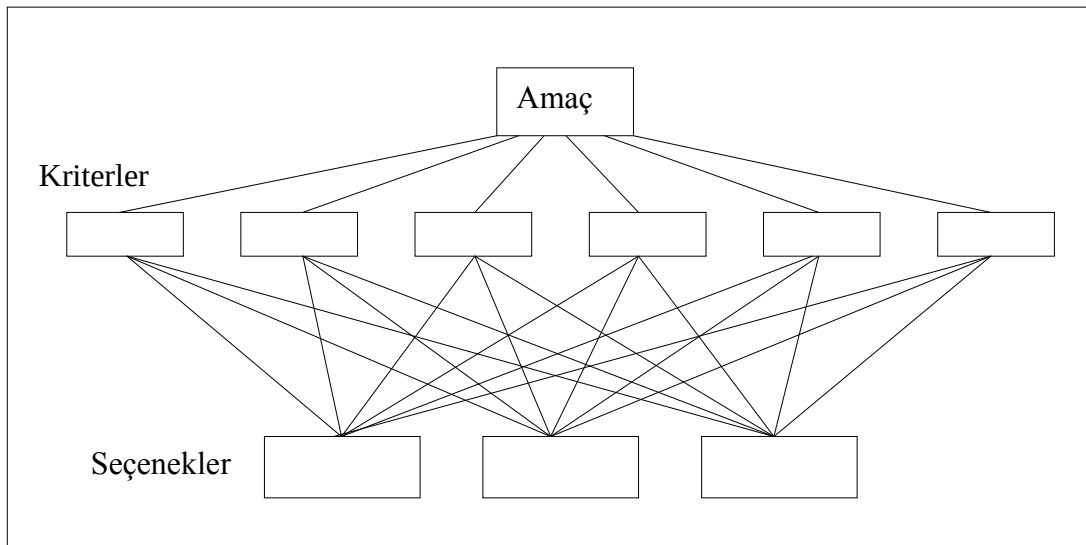
- Soruların Formülasyonu,
- Kriterlerin alt kriterlerinin belirlenmesi,
- Konuyla ilgili kişilerin belirlenmesi,
- Seçeneklerin belirlenmesi gereklidir (Saaty, 1994: 13).

Hiyerarşinin tasarımı sırasıyla hiyerarşi seviyeleri ve elemanlarının oluşturulması, gerekli tanımlamaların yapılması, hiyerarşinin yapılandırılması için gerekli soruların oluşturulması ile hiyerarşinin değerlendirilmesi şeklinde bir süreçtir. Hiyerarşiyi oluşturan tüm unsurların belirlenmesi için konuya uzmanlık derecesinde yaklaşılması gerekmektedir.

Hiyerarşilerin oluşturulması işlemi kişilere, durumlara, yönetim yapısına, problem yapısına gibi birçok etkene göre farklılık gösterebilen keskin standartları olmayan esnek bir işlemdir. Bu nedenle bu oluşumun bir ekip ruhu içerisinde ortak değerlendirmeler ve analizlerle gerçekleştirilmesi, oluşuma yardım edebilecek tüm yayın ve belgelerin de incelenmesi çözüme daha gerçekçi ve uygun bir yaklaşım olanağı sağlayacaktır. Hiyerarşi genel olarak dört farklı tip seviyeden oluşur. Bu seviyeler en üstten en alta doğru sırasıyla:

- Karar verilecek problem-amaç
- Ana kriterler ve alt kriterler (varsa)
- Seçenekler olarak sıralanabilir.

Şekil 19: Üç Seviyeli Örnek Hiyerarşik Yapı



Kaynak: Yazar tarafından çizilmiştir.

7.6.2. İkili Karşılaştırma ve Üstünlüklerin Belirlenmesi

Problemi oluşturan kriter ve seçenekler belirlendikten sonra kriterlerin karşılaştırmaları yapılması ile ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur. AHP’ de ikili karşılaştırma matrisinin oluşturulmasında genellikle Saaty tarafından önerilen 1-9 skalasını kullanılmaktadır. A kriterinin B kriterine göre önem derecesi m ise B kriterinin A kriterine göre önem derecesi $1/m$ olarak kabul edilir. 1-9 skalası tablo 7 üzerinde gösterilmektedir:

Eğer m adet eleman varsa $m \cdot (m - 1)/2$ adet karşılaştırma yapılmalıdır.

n kriterli karşılaştırma matrisi:

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

Karşılaştırma matrisi, $n \times n$ boyutlu bir kare matristir. Karşılaştırma matrisinin köşegeni üzerindeki bileşenler, yani $i = j$ olduğunda, 1 değerini alır. Çünkü bu durumda ilgili kriter kendisi ile karşılaştırılmaktadır. Kriterlerin karşılaştırılması, birbirlerine göre sahip oldukları önem değerlerine göre birebir ve karşılıklı yapılır.

Örneğin 1. kriter ile 4. kriter eşit öneme sahipse 1 değerini alır, $a_{14} = 1$ ve $a_{41} = 1$ ' dir. 1. kriter 4. kritere göre çok kuvvetli önemli ise, $a_{14} = 7$ ve $a_{41} = 1/7$ ' dir. 4. kriter 1. kritere göre zayıf önemli ise , $a_{14} = 1/3$ ve $a_{41} = 3$ ' dür.

Karşılaştırmalar, karşılaştırma matrisinin tüm değerleri 1 olan köşegeninin üstünde kalan değerler için yapıldığında köşegenin altında kalan bileşenler için

$$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}} \quad (22)$$

eşitliğini uygulamak yeterli olacaktır.

Tablo 4: Saaty Önem Ölçeği

Önem düzeyi	Tanım	Açıklamalar
1	Eşit önemli	İki aktivite amaca eşit oranda hizmet etmektedir.
3	Zayıf önemli	Tecrübe ve yargılar, zayıf olarak iki aktiviteden biri lehinedir.
5	Kuvvetli önemli	Tecrübe ve yargılar, kuvvetli olarak iki aktiviteden biri lehinedir.
7	Çok kuvvetli önemli	Tecrübe ve yargılar, çok kuvvetli olarak iki aktiviteden biri lehinedir.
9	Aşırı derecede önemli	Kanıtlar bir aktivitenin diğerinden olabilecek en yüksek seviyede üstün olduğu yönündedir.
2, 4, 6, 8	Ara değerler	Yukarıdaki değerler arasında kararsız kalındığı durumlarda kullanılacak değerler

Kaynak: Saaty, 1990: 15.

Karşılaştırmaların tutarlılığı matris dahilinde $a_{ij} \times a_{jk} = a_{ik}$ eşitliklerine yaklaştıkça artmaktadır. Matris tam tutarlı yani her i ve j değeri için $a_{ij} \times a_{jk} = a_{ik}$ eşitliği sağlanabiliyorsa, herhangi bir satır üzerinden matrisin diğer tüm hücreleri tespit edilir.

Matrisin en büyük özdeğerine karşılık gelen özvektör, ağırlık vektörü (görelî önem vektörü) olarak tanımlanır.

Karşılaştırma matrisi kriterlerinin bütün içerisindeki ağırlıklarını (yüzde önem dağılımlarını) belirlemek için, karşılaştırma matrisini oluşturan sütun vektörlerinden yararlanılarak ve n adet ve n bileşenli B sütun vektörü oluşturulur.

$$B_i = \begin{bmatrix} b_{11} \\ b_{21} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ b_{n1} \end{bmatrix}$$

B sütun vektörlerinin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılır.

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (23)$$

Elde edilen her bir sütun vektörünün hücreleri toplandığında formülün yapısı gereği (bütün içerisindeki oranların toplam değeri) 1 değerini vermektedir.

Her değerlendirme kriteri için tekrarlanan işlemler sonucunda n kriter sayısı kadar B sütun vektörü elde edilecektir. n adet B sütun vektörü, bir matris formatında birleştirilir ve C matrisi meydana gelir.

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \cdots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \cdots & c_{2n} \\ \vdots & & & \vdots \\ \vdots & & & \vdots \\ \vdots & & & \vdots \\ c_{n1} & c_{n2} & \cdots & c_{nn} \end{bmatrix}$$

C matrisini oluşturan satır bileşenlerinin aritmetik ortalaması alınır ve öncelik vektörü olarak adlandırılan W sütun vektörü elde edilir.

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n c_{ij}}{n} \quad (24)$$

n adet w_i değerinden oluşan W vektörü :

$$W = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix}$$

W vektörü kriterlerin birbirlerine göre önem değerlerini gösteren yüzde önem dağılımlarını göstermektedir.

W öncelik vektörü hesaplanması için başka yöntemler de kullanılabilir. Bu yöntemlerden bazıları kalitesine göre sırasıyla:

1) İkili karşılaştırma matrisindeki satır toplamaları bulunur ve bu toplamalar tüm satırların toplamına bölünür (Normalizasyon) . Elde edilen değerler, elemanların birbirlerine göre ağırlığını gösterir. Negatif kriterler varsa çarpmaya göre tersleri alınarak hesap yapılır.

2) İkili karşılaştırma matrisinde her bir sütundaki elemanlar sütun toplamaları alınarak toplamaların eşlenikleri bulunur. Her bir eşlenik, eşleniklerin toplamına bölünerek karar elemanlarının öncelik değerleri bulunur.

3) Konu içerisinde anlatılan örnek yöntemdir ve iyi bir yöntem olarak kabul edilir.

4) İkili karşılaştırma matrisindeki satırlardaki elemanların geometrik ortalaması alındıktan sonra normalizasyon işlemi yapılır.

7.6.3. Tutarlılık Ölçülmesi

Tutarlılığın sağlanması için, örneğin A kriteri B kriterine göre 3 kat daha üstün, B kriteri C kriterine göre 2 kat daha üstün ise, A kriteri C kriterine göre 6 kat daha üstün olmalıdır. Karar vericinin kriterler arasında yaptığı birebir karşılaştırmalardaki tutarlılığın ölçülmesi doğru sonuçlara yaklaşabilmek için gereklidir. AHP bu karşılaştırmalardaki tutarlılığın ölçülebilmesi için bir süreç önermektedir. Bu süreç AHP yönteminin bir üstünlüğü olarak karşımıza çıkmaktadır. AHP, ikili karşılaştırmalar yapılırken ne kadar tutarlı olduğunu tespit edebilmektedir. Elde edilecek tutarlılık oranı ile, bulunan öncelik vektörünün ve dolayısıyla kriterler arasında yapılan birebir karşılaştırmaların tutarlılığın test edilebilmesi imkanını sağlamaktadır. Kriter sayısı ile temel değer adı verilen (λ) bir katsayının karşılaştırılması ile tutarlılık oranına ulaşılır. λ 'nın hesaplanması için öncelikle A karşılaştırma matrisi ile W öncelik vektörünün matris çarpımından D sütun vektörü elde edilir.

$$D = \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & \cdots & d_{1n} \\ d_{21} & d_{22} & \cdots & d_{2n} \\ \vdots & & & \vdots \\ \vdots & & & \vdots \\ \vdots & & & \vdots \\ d_{n1} & d_{n2} & \cdots & d_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \end{bmatrix}$$

D sütun vektörü ile W sütun vektörünün karşılıklı elemanlarının bölümünden her bir değerlendirme faktörüne ilişkin temel değer (E) elde edilir. Bu değerlerin aritmetik ortalaması temel değeri (matrisin en büyük öz değerini - λ_{max}) verir.

$$E_i = \frac{d_i}{w_i} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (25)$$

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} \quad (26)$$

İkili karşılaştırmalar sonucunda elde edilen bir matrisin tutarlı olabilmesi için matrisin en büyük öz değerinin (λ_{max}), matrisin boyutuna (n) eşit olması gerekir.

λ hesaplandıktan sonra Tutarlılık Göstergesi (CI)

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (27)$$

işlemi ile elde edilir.

Tablo 5: Standart Düzeltme Değeri (RI) Değerleri

N (Matris Boyutu)	RI (Standart Düzeltme Değeri)
1	0
2	0
3	0,58
4	0,90
5	1,12
6	1,24
7	1.32
8	1,41
9	1,45
10	1,49
11	1,51
12	1,48
13	1,56
14	1,58
15	1,59

RI için çeşitli kaynaklarda standart düzeltme değeri, tesadüfilik göstergesi veya rassal indeks gibi farklı tanımlamaları kullanılmıştır. Bu içerikte standart düzeltme değeri tercih edilmektedir.

CI , RI standart düzeltme değerine bölünerek CR elde edilir. RI , tabloda kriter sayısına göre belirlenmiş değerdir.

Örneğin N matris boyutu değeri ve RI standart düzeltme değeri olmak üzere $N = 8$ için $RI = 1,41$ 'dir.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (28)$$

$CR < 0.10$ ise tutarlı kabul edilmektedir. Diğer durumlarda önceki hesaplamalar ve tutarsızlıklar gözden geçirilmelidir.

7.6.4. Ağırlıkların (Öncelik Değerlerinin-Üstünlüklerin) Sentezi

Son adım, kriterler bazında elde edilen ağırlıklardan hareketle, seçeneklerin üstünlük değerlerinin hesaplanmasıdır. Bu değerler, kriter üstünlük vektörünün her seçenek için hesaplanmış üstünlük değeriyle çarpılmasıyla elde edilmektedir.(Saaty, 1980:33).

Her kriter için, m karar noktasındaki (seçenek/alternatif) yüzde önem dağılımları bulunur.

Her bir faktör açısından karar noktalarının yüzde önem dağılımları belirlenir. Birebir karşılaştırmalar ve matris işlemleri faktör sayısı kadar (n kez) tekrarlanır. Ancak bu kez her bir faktör için karar noktalarında kullanılacak G karşılaştırma matrislerinin boyutu $m \times m$ olacaktır. Her bir karşılaştırma işleminden sonra $m \times 1$ boyutlu ve değerlendirilen faktörün karar noktalarına göre yüzde dağılımlarını gösteren S sütun vektörleri elde edilir.

$$S_i = \begin{bmatrix} S_{11} \\ S_{21} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ S_{n1} \end{bmatrix}$$

n tane $m \times 1$ boyutlu S sütun vektöründen meydana gelen ve $m \times n$ boyutlu K karar matrisi oluşturulur.

$$K = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \cdots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \cdots & s_{2n} \\ \vdots & & & \vdots \\ \vdots & & & \vdots \\ \vdots & & & \vdots \\ s_{m1} & s_{m2} & \cdots & s_{mn} \end{bmatrix}$$

Karar matrisi W sütun vektörü (öncelik vektörü) ile çarpıldığında ise m elemanlı L sütun vektörü elde edilir. L sütun vektörü karar noktalarının yüzde önem dağılımını verir.

$$L = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \cdots & s_{1n} \\ s_{21} & s_{22} & \cdots & s_{2n} \\ \vdots & & & \vdots \\ \vdots & & & \vdots \\ \vdots & & & \vdots \\ s_{m1} & s_{m2} & \cdots & s_{mn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ w_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} l_{11} \\ l_{21} \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ l_{m1} \end{bmatrix}$$

7.7. DUYARLILIK ANALIZI

AHP uygulaması sonuçlarının parametreler üzerinde yapılacak değişimlere karşı ne kadar duyarlı olduğu ölçülmesi önemlidir. İkili karşılaştırma işlemleri üzerinde farklılaşmalar kişiye göre ve zamana göre değişimler gösterebilir.

Değerlendirme ve düşünce yapısında oluşabilecek farklılıklar değerlendirilerek, AHP yöntemi sonuçlarının duyarlılıklarının analizi yapılır. Bu ölçüm sonuçları ışığında, yapı üzerinde ihtiyaç duyulan düzenlemeler yapılabilir.

7.8. AHP YÖNTEMİNİN AVANTAJLARI VE DEZAVANTAJLARI

AHP yönteminin avantajları;

- Kolay uygulanabilirliği,
- Karmaşık problemleri anlaşılır ve basit hale getirebilmesi,
- Objektif ve subjektif verileri (nicel ve nitel) beraber inceleyebilme yeteneği,

- Grup kararlarında uygulanabilirliği,
- Tutarlılığın analiz edilme imkanı olmasıdır.

AHP yönteminin dezavantajları;

- Yöntemin öznellik içeren yapısı sebebi ile, kesin verilere ulaşmada sıkıntı oluşturabilmektedir.
- Seçeneklerden ekleme veya çıkarma yapıldığı zaman sonuç ağırlık sıralaması değişebilmektedir. Bu durum, incelenmesi gereken bir çelişki oluşturmaktadır.

7.9. AHP YÖNTEMİNİN UYGULAMA ALANLARI

AHP çok değişkenli karar verme tekniği olması nedeniyle geniş bir uygulama alanı vardır. AHP, özellikle sonlu sayıda seçenekli problemlerde seçeneklerin ağırlıklı sıralanması için kullanılmaktadır.

Pazarlama, satın alma, finans, eğitim, planlama, kamu politikaları, ekonomi, sağlık, müşteri ilişkileri, stratejik planlama, üretim, kalite yönetimi, halk politikaları, karşılaştırma işlemleri gibi her türlü çok değişken arasından karar verme yapısında olan problemlerin çözümü amacıyla birçok alanda kullanılabilme yeteneği olan ve yaygın olarak tercih edilen bir yöntemdir.

SEKİZİNCİ BÖLÜM

BULANIK ANALİTİK HİYERARŞİ PROSESİ (BULANIK AHP)

AHP’de kriterlerin birbirine göre ağırlıklar kesin değerler ile ifade edilir. Birçok durumda insan değerlendirmeleri kesin olarak ifade edilmemektedir yani bulanıktır (Ishizaka ve Houn, 2013: 135). Bu sebeple tutarsızlıkları ve belirsizlikleri dikkate alan Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi (Bulanık AHP) geliştirilmiştir (Javanbarg vd., 2012: 961).

Bulanık AHP, AHP yöntemine göre daha karmaşık hesaplamalar içermektedir. Bulanık AHP yöntemi, belirsiz ve karmaşık düşünceleri temsil edebilmesi bakımından uygun bir yöntemdir (Chaghooshi, Safari ve Fathi , 2012: 155).

Bulanık AHP; ikili karşılaştırmalarda gerçek sayılar yerine dilsel değişkenler ve bulanık sayıları kullanmaktadır. Bulanık sayıların kullanılması çözüm yöntemlerinde farklılıklar oluşturmuştur. İkili karşılaştırmalarda üçgensel ve yamuk bulanık sayılar yaygın olarak tercih edilir. Bulanık AHP konu açıklaması ve uygulamalarında üçgensel bulanık sayılar tercih edilmiştir. Bulanık sayılar çoğunlukla $x_{ij} = (l, m, u)$ üçgensel formatında gösterilecektir. İşlemlerin gerçekleştirilmesinde de bulanık sayılar üzerinde yapılan aritmetik işlemlerin kuralları uygulanacaktır.

8.1. BULANIK AHP YÖNTEMİNİN YAPISI

Bulanık AHP, AHP yöntemi ile bulanık küme teorisi bütünleştirilmiştir. Yöntemin gerçekleştirilmesinde bulanık önem dereceleri kullanılır. Önem dereceleri ve üçgen bulanık sayı olarak karşılıkları aşağıdaki tablo üzerinde (tablo 9) gösterilmiştir. Literatür üzerinde yapılan birçok çalışmada bu tabloda belirtilen önem düzeyi ve önem düzeyine karşılık gelen önem dereceleri ile önem dereceleri eşlenikleri kullanılmıştır. Önem düzeylerinin tanımlamaları her çalışma için farklılık gösterebilmektedir.

Tablo 6: Bulanık Önem Dereceleri ve Eşlenikleri

Önem düzeyi	Tanım	Önem derecesi	Önem derecesi eşleniği
1	Eşit önemli	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
2	Ara değer	(1, 2, 3)	(1/3, 1/2, 1)
3	Zayıf önemli	(2, 3, 4)	(1/4, 1/3, 1/2)
4	Ara değer	(3, 4, 5)	(1/5, 1/4, 1/3)
5	Kuvvetli önemli	(4, 5, 6)	(1/6, 1/5, 1/4)
6	Ara değer	(5, 6, 7)	(1/7, 1/6, 1/5)
7	Çok kuvvetli önemli	(6, 7, 8)	(1/8, 1/7, 1/6)
8	Ara değer	(7, 8, 9)	(1/9, 1/8, 1/7)
9	Aşırı derecede önemli	(8, 9, 9)	(1/9, 1/9, 1/8)

İkili karşılaştırma matrislerinin elemanları üçgen bulanık sayılardan oluşmaktadır. Bulanık karşılaştırma matrisleri oluşturulurken

$$\tilde{a}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij}) \Rightarrow (\tilde{a}_{ij})^{-1} = (1/u_{ji}, 1/m_{ji}, 1/l_{ji}) \quad (29)$$

verilen koşul sağlanmalıdır .

Üçgensel bulanık karşılaştırma matrisi yapısı aşağıdaki gibidir.

$$\tilde{A} = (\tilde{a}_{ij})_{n \times n} \begin{bmatrix} (1, 1, 1) & (l_{12}, m_{12}, u_{12}) & \cdots & (l_{1n}, m_{1n}, u_{1n}) \\ (l_{21}, m_{21}, u_{21}) & (1, 1, 1) & \cdots & (l_{2n}, m_{2n}, u_{2n}) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ (l_{n1}, m_{n1}, u_{n1}) & (l_{n2}, m_{n2}, u_{n2}) & \cdots & (1, 1, 1) \end{bmatrix}$$

8.2. BULANIK AHP ÜZERİNE GELİŞTİRİLMİŞ YÖNTEMLER

Bulanık AHP uygulaması genel anlamda şu sırayla tanımlayabiliriz: AHP' deki gibi önce problem belirlenir, hiyerarşik yapı tanımlanır, ana kriterler ve alt kriterler için ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulur, tutarlılık kontrol edilir ve gerekli ise düzenlemeler uygulanır ve ağırlıklar hesaplanır. Bulanık AHP' de farklı olarak bulanık mantık işlemleri ve bulanık sayılar uygulanır. Bulanık AHP

uygulamalarında ikili karşılaştırma matrisleri de bulanık sayılar kullanılarak oluşturulur. Tutarlılık kontrolü, durulaştırma işlemi sonucu ile AHP uygulamasında olduğu gibi kontrol edildiği uygulamalar bulunmaktadır. İkili karşılaştırma matrislerinin tutarlılık oranları kontrol edilir ve gerekirse düzeltme ve düzenlemeler uygulanır. İkili karşılaştırma matrisleri için öncelik vektörleri bulunur. Daha sonra alt kriterlerden ana kriterlere doğru ağırlıkların birleştirilmesi ve seçeneklerin genel öncelik ağırlıklarının hesaplanması yapılır ve öncelik ağırlıkları tespit edilir.

Bulanık AHP üzerine geliştirilmiş yöntemler:

- Van Laarhoven ve Pedrycz (1983)
- Buckley'nin Bulanık AHP Yaklaşımı (1985)
- Chen(1996) Tarafından Önerilen Yöntem (Bulanık Aritmetik Operasyonlar Yöntemi)
- Entropi Ağırlığına Dayanan Bulanık AHP Yöntemi
 - Shannon Entropisi
 - Üyelik Fonksiyonun Derecelendirme Değerine Dayanan Bulanık AHP Yöntemi
- Dilsel Ağırlıklandırmaya Dayanan Bulanık AHP Yöntemi
- Chang' ın (1992) Genişletilmiş Analiz Yöntemi

8.2.1. Van Laarhoven ve Pedrycz (1983) Yöntemi

Van Laarhoven ve Pedrycz tarafından tanıtılan yöntemde bulanık ağırlıkların ve bulanık skorların üretilmesinde Lootsma'nın en küçük kareler yöntemi kullanılır. Sadece üçgensel bulanık sayılar üzerinde kullanılabilen bir yöntemdir. Çoklu karar verici görüşleri karşılaştırma matrisi ile modellenebilmektedir. Hesaplama işlemleri fazla miktarda olduğu belirtilmektedir. Doğrusal (Lineer) denklem sistemlerinin çözüm sonuçları her zaman bulanık sayı karşılığını verememesi nedeni ile eleştirilmiştir. Hesaplama adımları AHP ile aynı şekildedir. Bu yöntemi ve bu yöntemde bulanık ağırlıkların ve bulanık skorların üretilmesinde kullanılan Lootsma'nın en küçük kareler yöntemi işlemleri ile adım adım detaylı bir şekilde anlatılmaya çalışılmıştır.

Lootsma'nın Logaritmik En Küçük Kareler Yöntemi:

(Limayem ve Yannou, 2004: 539-548)

Birden fazla karar verici fikrini bulanık yapıya aktarabilme yeteneği vardır. Tahmin edilen ağırlıkları belirlemek için kullanılır. A ikili karşılaştırma matrisi ve $a_{ij} \in R^+$ i . kriterin j . kritere ağırlığı ise;

$$A = (a_{ij})_{n \times n} \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \text{ olarak belirtilmektedir ve bir karar verici varsa;} \quad (30)$$
$$\sum_{i < j} (\ln a_{ij} - \ln(\frac{w_i}{w_j}))^2$$

Eğer karar verici sayısı birden fazla ise de;

$$\sum_{i < j} \sum_{k=1}^{p_{ij}} (\ln a_{ijk} - \ln(\frac{w_i}{w_j}))^2 \quad (31)$$

toplamı minimize edilerek tahmin edilen ağırlıklar vektörü oluşturulur.

a_{ijk} ' da k değeri için $k = 1$ 'den p_{ij} değerine kadar tahmin değeri olarak kabul edilir. Karar verici tahmini yoksa bu değer 0, bir karar verici tahmini varsa 1 ve diğer durumlarda karar verici sayısına bağlı olarak artar. $y_{ijk} = \ln a_{ijk}$, $z_i = \ln w_i$, $z_j = \ln w_j$ olarak kabul edildiğinde:

$$z_i \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n p_{ij} - \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n p_{ij} z_j = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \sum_{k=1}^{p_{ij}} y_{ijk} \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (32)$$

denklemini için minimize edilecek ifade(z_i için ortak normal eşitliklerini çözerek)

$$\sum_{i < j} \sum_{k=1}^{p_{ij}} (y_{ijk} - z_i + z_j)^2 \quad (33)$$

z_i ' lerin üslerini alarak ve normalizasyon sonucunda ağırlık vektörü $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)$ elde edilir.

Van Laarhoven ve Pedrycz yöntemi için işlemler sırasıyla aşağıda belirtildiği üzere adım adım detaylı bir şekilde açıklanmaya çalışılmış ve belirtilmiştir. (Kahraman, 2008: 56).

İşlem 1:

Bulanık ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulur. p_{ij} karar verici tahmini yoksa 0, bir karar verici tahmini varsa 1 ve diğer durumlarda karar verici sayısına bağlı olarak artar.

$$\begin{bmatrix} & a_{121} & \cdots & a_{1n1} \\ & a_{122} & \cdots & a_{1n2} \\ 1, 1, 1 & \vdots & \cdots & \vdots \\ & a_{12p_{12}} & \cdots & a_{1np_{1n}} \\ a_{211} & \cdots & \cdots & a_{2n1} \\ a_{212} & \cdots & \cdots & a_{2n2} \\ \vdots & 1, 1, 1 & \cdots & \vdots \\ a_{21p_{21}} & \cdots & \cdots & a_{2np_{2n}} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n11} & a_{n21} & & \\ a_{n12} & a_{n22} & & \\ \vdots & \vdots & \cdots & 1, 1, 1 \\ a_{n1p_{n1}} & a_{n2p_{n2}} & & \end{bmatrix}$$

İşlem 2:

$z_i = (l_i, m_i, u_i)$ olarak kabul edildiğinde;

$$\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n p_{ij} - \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n p_{ij} u_j = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \sum_{k=1}^{p_{ij}} \ln l_{ijk}, \forall i \text{ için} \quad (34)$$

$$\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n p_{ij} - \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n p_{ij} m_j = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \sum_{k=1}^{p_{ij}} \ln m_{ijk}, \forall i \text{ için} \quad (35)$$

$$\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n p_{ij} - \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n p_{ij} l_j = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \sum_{k=1}^{p_{ij}} \ln u_{ijk}, \forall i \text{ için} \quad (36)$$

ve denklemlerde $\ln l_{ijk}$ ve $\ln u_{ijk}$ değerleri $\ln a_{ijk} = -\ln a_{jik}$ nın alt ve üst değerleri olmak üzere: $\ln l_{ijk} + \ln l_{jik} = \ln u_{ijk} + \ln u_{jik} = 0 \forall i, j, k$ için eşitliği sağlanır. Bu üç denklemin tek bir çözümünün olmaması eleştiri nedeni olmuştur.

Sonuç olarak $z_i = (l_i + t_1, m_i + t_2, u_i + t_1)$ t_2, t_1 rastgele seçildiğinde, $\forall i$ için çözümü elde edilir.

İşlem 3:

Yukarıda kullanılan tüm eşitliklerin sağ tarafında logaritmik işlemler kullanılmıştır. Bu nedenle bulanık ağırlık vektörü w_i :

$$\lambda_1 = \left[\sum_{i=1}^n \exp(u_i) \right]^{-1}, \quad \lambda_2 = \left[\sum_{i=1}^n \exp(m_i) \right]^{-1}, \quad \lambda_3 = \left[\sum_{i=1}^n \exp(l_i) \right]^{-1} \quad (37)$$

değerleri kullanıldığında; $w_i = \lambda_1 \exp(l_i), \lambda_2 \exp(m_i), \lambda_3 \exp(u_i)$ elde edilir. Bu denklem r_{ij} performans derecesi (skoru) hesaplamalarında da kullanılır. (w_{ij} ana kriter ve r_{ij} alt kriterlerin bulanık ikili karşılaştırmaları matrislerinden elde edilen ağırlık vektörleri olarak düşünülmektedir.)

İşlem 4:

İşlemler 1' den 3' e kadar tüm karşılaştırma matrisleri çözülünceye kadar birçok kez tekrarlanır. Bulanık ağırlıklar ve performans değerleri ile A_i seçeneği için bulanık araç(utilities) U_i formülü uygulanır.

$$U_i = \sum_{j=1}^n w_j r_{ij}, \quad \forall i, j \quad (38)$$

8.2.2. Buckley (1985) Yöntemi

Buckley, Van Laarhoven ve Pedrycz' in yöntemlerinde bulunan lineer denklemlerin tek bir çözümünün olmaması ve ağırlıkların elde edilebilmesinde mutlaka üçgensel bulanık sayıların kullanımına zorlaması sorunlarını konu etmiştir. Bulanık ağırlıkları bulanık yamuk sayılar ile belirtmiştir. Buckley hesaplamalarında geometrik ortalamayı temel olarak ele almıştır. Buckley' in yönteminin işlemleri sırasıyla adım adım anlatılmaya çalışılmıştır.

İşlem 1:

Karar verici verileri yamuk bulanık sayılarla ifade edilerek karşılaştırma matrisi oluşturulur. Matrisin her hücresinin yamuk bulanık sayı elemanı $\tilde{t}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}, d_{ij}), \forall i, j$ için olarak temsil ediliyor.

İşlem 2:

Karşılaştırma matrisinde her bir sıra için geometrik ortalamalar alınır. Ağırlık vektörü hesaplamasında her bir sıranın değeri, tüm sıraların toplamına bölümü ile normalizasyon gerçekleştirilir. Bulanık performans değerleri $r_{ij}, \forall i, j$ için yine bu işlem ile hesaplanır. (Burada bahsedilen performans değerleri ve ağırlık vektörleri olarak; w_{ij} ana kriter ve r_{ij} alt kriterlerin bulanık ikili karşılaştırmaları matrislerinden elde edilen ağırlık vektörleridir.)

$$\tilde{z}_i = \left[\prod_{j=1}^n \tilde{t}_{ij} \right]^{\frac{1}{n}} \quad \forall i, \text{ ve } w_i = \tilde{z}_i \oplus \left[\sum_{j=1}^n \tilde{z}_j \right]^{-1} \quad (39) \square$$

$\otimes$ sembolü bulanık çarpma ve $\oplus$ sembolü de bulanık toplama işlemini temsil etmektedir.

w_i bulanık ağırlık vektörü türetilmesinin detaylarına bakacak olursak; Karşılaştırma matrisi hücre elemanı $\tilde{t}_{ij}$ için sağ ve sol parçaları için fonksiyonları şu şekilde tanımlanır:

$$f_i(a) = \left[\prod_{j=1}^n ((b_{ij} - a_{ij})\alpha + a_{ij}) \right]^{\frac{1}{n}}, \alpha \in [0,1] \quad (40)$$

$$g_i(a) = \left[\prod_{j=1}^n ((c_{ij} - d_{ij})\alpha + b_{ij}) \right]^{\frac{1}{n}}, \alpha \in [0,1] \quad (41)$$

$$a_i = \left[\prod_{j=1}^n a_{ij} \right]^{\frac{1}{n}} \quad \text{ve } a = \sum_{i=1}^m a_i \quad (42)$$

Bu işlemler b_i, c_i, d_i ve b, c, d hesaplamalarında da geçerli olup bu değerler elde edilir. Bulanık ağırlık vektörü de bu değerler üzerinden oluşturulur.

$$w_i = \left(\frac{a_i}{d}, \frac{b_i}{c}, \frac{c_i}{b}, \frac{d_i}{a} \right), \forall i \quad (43)$$

$\mu_{w_i}(x)$ üyelik fonksiyonu olmak üzere ve x değeri yatay eksen üzerinde reel sayılar kümesinin elemanı ise üyelik fonksiyonu karakteristiği ikili karşılaştırma üyelik fonksiyonu analizi tablosu tablo 10 üzerinde gösterildiği şekilde olacaktır.

x değerleri tabloda 1. ve 2. sırada belirtilen aralıklarda üyelik fonksiyonu değeri 0 iken 3. sırada belirtilen durumlarda üyelik fonksiyon değeri 1' dir.

Tablo 7: İkili Karşılaştırma Üyelik Fonksiyonu Analizi

No	$\mathbf{x}$	$\mu_{w_i}(\mathbf{x})$
1	$\leq (\frac{a_i}{d})$	0
2	$\geq (\frac{a_i}{d})$	0
3	$[\frac{b_i}{c}, \frac{c_i}{b}]$	1
4	$[\frac{a_i}{d}, \frac{b_i}{c}]$	$\alpha \in [0, 1]$
5	$[\frac{c_i}{b}, \frac{d_i}{a}]$	$\alpha \in [0, 1]$

Kaynak: Kahraman, 2008:17

x değerleri tabloda 4. veya 5. sırada belirtilen aralıklardan birinde ise üyelik fonksiyonu değerleri hesaplanmasında α değerlerine bağlı olarak şu formüller uygulanır:

$$f(\alpha) = \sum_{i=1}^m f_i(\alpha), \quad g(\alpha) = \sum_{i=1}^m g_i(\alpha) \quad (44)$$

olmak üzere;

$$x = \begin{cases} \frac{f_i(\alpha)}{g(\alpha)}, & \text{eğer } x \in [\frac{a_i}{d}, \frac{b_i}{c}] \\ \frac{g_i(\alpha)}{f(\alpha)}, & \text{eğer } x \in [\frac{c_i}{b}, \frac{d_i}{a}] \end{cases} \quad (45)$$

İşlem 3:

Bulanık ağırlıklar ve bulanık performans değerleri ile U_i bulanık araç değerleri elde edilir.

$$U_i = \sum_{j=1}^n w_i r_{ij}, \quad \forall i, j \quad (46)$$

U simgesi İngilizce utilities kelimesinden ortaya çıkmıştır ve araç değerlerini temsil etmektedir.

8.2.3. Genişletilmiş Analiz Yöntemi (Chang 1992)

Bulanık AHP uygulamalarının bir çoğunda genişletilmiş analiz yöntemi kullanılmaktadır. α kesim seviyelerini kullanmayan bir yöntemdir. Üçgensel bulanık sayıları kullanmaktadır.

Bulanık AHP' de x seçenekler kümesini, u ise amaç kümesini belirtir. Tedarikçi performans değerlendirme uygulamalarında ise x değerlendirilen tedarikçileri, u ise kriterleri (ölçütleri) temsil etmektedir.

Seçenekler(tedarikçiler) kümesi, $x = \{x_1 + x_2 + \dots x_n\}$

Amaçlar(kriterler) kümesi, $u = \{u_1 + u_2 + \dots u_m\}$

Son değerlendirmede kullanılan öncelik değerleri genişletme prensibi ile elde edilir. Genişletme ifadesi, her elemanın amaçlara genişletilmesi ile ne derecede yakın olduklarını belirlemeyi, tedarikçi performans değerlendirme diliyle ise her bir tedarikçinin her bir kriteri ne kadar sağladığını (her tedarikçinin kriterler üzerinde genişletilmesi) tanımlamaktadır. Genişletme prensibinde her bir seçenek alınır ve her bir boyut analizi ($g_i; i = 1, 2, \dots, n$) sırasıyla uygulanır.

n adet seçenek (tedarikçi) ile m adet amaç (kriter) setlerinin ikili karşılaştırmaları sonucunda m adet genişletilmiş analiz değeri ($M_j; j = 1, 2, \dots, m$) bulunur. Genişletilmiş analiz değerleri de üçgensel bulanık sayılardır.

Genişletilmiş analiz değerleri; $M^j_{g_i} (j = 1, 2, \dots, m; i = 1, 2, \dots, n)$.

$\tilde{A}$ bulanık karşılaştırma matrisi;

$$\tilde{A} = (\tilde{a}_{ij})_{n \times n} \begin{bmatrix} (1, 1, 1) & (l_{12}, m_{12}, u_{12}) & \dots & (l_{1n}, m_{1n}, u_{1n}) \\ (l_{21}, m_{21}, u_{21}) & (1, 1, 1) & \dots & (l_{2n}, m_{2n}, u_{2n}) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ (l_{n1}, m_{n1}, u_{n1}) & (l_{n2}, m_{n2}, u_{n2}) & \dots & (1, 1, 1) \end{bmatrix}$$

ve başka özet bir ifade ile:

$$\tilde{A} = (\tilde{a}_{ij})_{n \times n}, (i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, n) = \begin{bmatrix} \tilde{a}_{11} & \dots & \tilde{a}_{1n} \\ \tilde{a}_{21} & \dots & \tilde{a}_{2n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{a}_{n1} & \dots & \tilde{a}_{nn} \end{bmatrix}$$

8.2.3.1. Bulanık Sentetik Değerinin Bulunması

Sentetik değer kavramında kullanılan sentetik kelimesi yerine yapay kullanımı da görülmektedir. Sentetik değer; üretilen yeni değer beklenen işlevi görebilecek fakat tam karşılığı vermeyen belirsizliğe sahip temsili bir sayı anlamına gelmektedir.

$\tilde{S}_i$ değeri, i ' nci seçeneğe göre bulanık sentetik değerdir ve aşağıda belirtildiği şekilde hesaplanmaktadır: ($\otimes$ sembolü iki bulanık sayının genişletilmiş çarpma işlemi tanımlamak amacıyla kullanılır.) Formül üzerinde görülen tersi alma işlemi ve çarpım işlemi bölme işlemine karşılık gelmektedir. AHP yönteminde yapılan normalizasyon işlemi gibidir. Burada da ilk aşama olarak AHP yöntemi adımları izlenmekte ve bölme işlemi yapılmaktadır. (AHP yöntemi: ikili karşılaştırma matrisindeki satır toplamaları bulunur ve bu toplamalar tüm satırların toplamına bölünür. Elde edilen değerler, elemanların birbirlerine göre ağırlığını gösterir.)

$$\tilde{S}_i = \sum_{j=1}^n \tilde{a}_{ij} \otimes \left[\sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^n a_{kj} \right]^{-1} \quad (47)$$

$\tilde{S}_i$ bulanık sentetik değerinin bulunması için kullanılan bu formülü adım adım incelendiğinde;

Adım 1:

Karşılaştırma matrisinin her bir satır elemanları bulanık toplama işlemi ile toplanır. $\widetilde{RS}_i$ i. satır elemanlarının bulanık toplamı sonucu olarak kabul edersek;

$$\widetilde{RS}_i = \sum_{j=1}^n \tilde{a}_{ij} = \left(\sum_{j=1}^n l_{ij}, \sum_{j=1}^n m_{ij}, \sum_{j=1}^n u_{ij} \right), i = 1, 2, \dots, n. \quad (48)$$

işlemi gerçekleştirilir.

Adım 2:

Satır bazında yapılan toplamalar sütun olarak toplanır.

$$\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_j = \left(\sum_{j=1}^n l_j, \sum_{j=1}^n m_j, \sum_{j=1}^n u_j \right) \quad (49)$$

Satır bazında yapılan toplamalar sütun bazında da toplanması işlemi yine bulanık toplama yöntemi kullanılmaktadır.

Adım 3:

Adım 1' de bulunan $\widetilde{RS}_i$ i. satır elemanlarının bulanık toplamı sonucu normalize edilir. Normalizasyon işlemi; adım 1' de elde edilen n adet her bir $\widetilde{RS}_i$ değerini, adım 2' de elde ettiğimiz $\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_j$ toplam değerine bölünmesi ile gerçekleştirilir. Sonuç değerleri $\tilde{S}_i$ olarak temsil edilmektedir.

$$\tilde{S}_i = \frac{\widetilde{RS}_i}{\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_j} = \left(\frac{\sum_{j=1}^n l_{ij}}{\sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^n u_{kj}}, \frac{\sum_{j=1}^n m_{ij}}{\sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^n m_{kj}}, \frac{\sum_{j=1}^n u_{ij}}{\sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^n l_{kj}} \right) \quad (50)$$

formülünü elde ediyoruz. Bu eşitliğin bir başka ifadesi de aşağıdaki gibi olacaktır:

$$\tilde{S}_i = \frac{\widetilde{RS}_i}{\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_j} = \widetilde{RS}_i \otimes \left[\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_j \right]^{-1} = \sum_{j=1}^n a_{\sim ij} \otimes \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{\sim ij} \right]^{-1} \quad (51)$$

8.2.3.2. Olabilirlik Derecesi Hesaplamaları

n adet $\tilde{S}_i$ bulanık sentetik değerlerinin bulunması normalizasyon işlemi adımları ile gerçekleşmesine rağmen değerler bulanık sayı formatında elde edildiği için tam olarak anlamlı değildir. Son adımda, w öncelik vektörüne ulaşabilmek için olabilirlik derecesi hesaplamalarına ihtiyaç duyulur.

($\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j$) yani $\tilde{S}_i$ değerinin $\tilde{S}_j$ değerinden büyük veya eşittir önermesinin olabilirlik derecesi $V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j)$ olarak gösterilir.

İşlem 1:

$V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j)$ için; $\tilde{S}_i = (l_i, m_i, u_i)$ ve $\tilde{S}_j = (l_j, m_j, u_j)$ olarak tanımlandığını varsaydığımızda $V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j) = V[(l_i, m_i, u_i) \geq (l_j, m_j, u_j)]$ 'dir ve şu şekilde gösterilir;

$$V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j) = \sup_{y \geq x} [\min(\mu_{\tilde{S}_j}(x), \mu_{\tilde{S}_i}(y))],$$

ve şekil üzerinde x değerimiz t olarak gösterildiği için;

$$V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j) = hgt(\tilde{S}_i \cap \tilde{S}_j) = \mu_{\tilde{S}_j}(t).$$

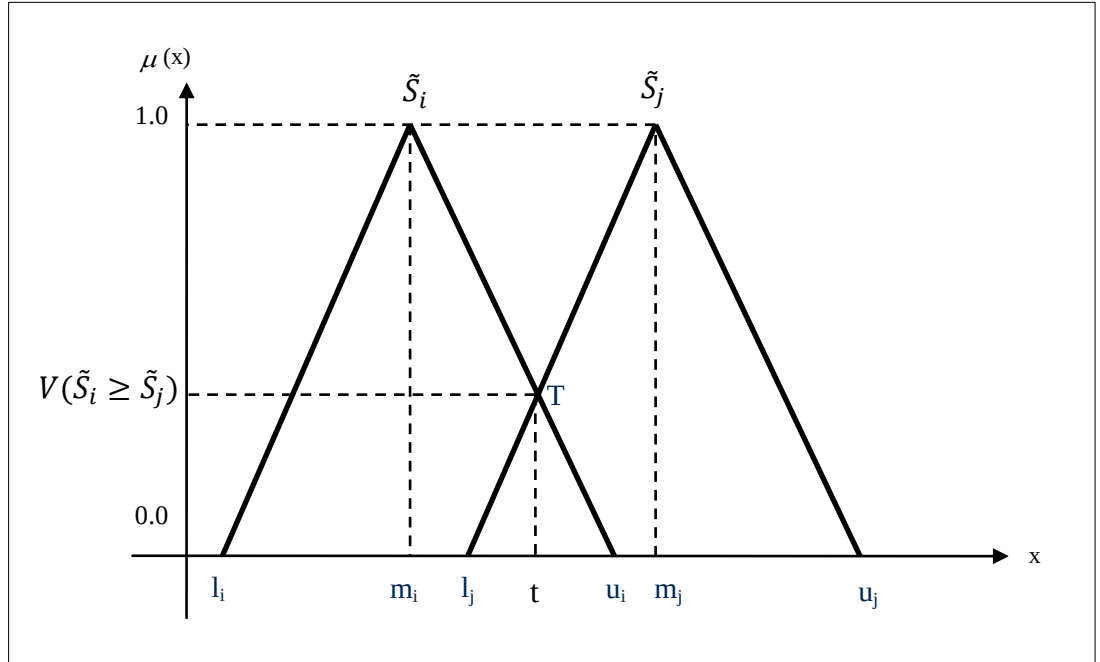
ve hesaplanmasında aşağıdaki eşitlik kullanılır:

$$V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j) = \begin{cases} 1, & m_i \geq m_j \text{ ise,} \\ \frac{u_i - l_j}{(u_i - m_i) + (m_j - l_j)}, & l_j \leq u_i \text{ ise} \\ 0, & \text{diğer} \end{cases} \quad i, j = 1, \dots, n; j \neq i \quad (52)$$

Formülden de anlaşılacağı gibi öncelikle m değerleri karşılaştırılır, büyük m değeri önerme üzerinde büyük veya eşit kabul edilen $\tilde{S}_i$ bulanık sayısına ait ise veya m değerleri eşit ise 1 değerini, değilse küçük kabul edilen $\tilde{S}_j$ bulanık sayısının en küçük değeri olan l_j değeri $\tilde{S}_i$ 'nin en büyük değeri olan u_i değerinden de büyükse 0 değerini alacaktır. Ara durumlarda $l_j \leq u_i$ ise 1 ve 0 arasında bir değer veren olabilirlik derecesi eşitlikte de görüldüğü şekilde bulunacaktır.

$V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j)$ için; $\tilde{S}_i = (l_i, m_i, u_i)$ ve $\tilde{S}_j = (l_j, m_j, u_j)$ tanımını göz önüne alarak özellikle $l_j \leq u_i$ ise ara durumunun olabilirlik derecesinin açıklaması şekilden de anlaşılabilir.

Şekil 20: İki Bulanık Sayının Olabilirlik Derecesi



$[V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j), t]$, $\mu_{\tilde{S}_i}$ ve $\mu_{\tilde{S}_j}$ üyelik fonksiyonlarının kesişim noktası T noktasıdır ve en yüksek kesişim değeri T kesim noktası ordinat değeridir.

Burada $\tilde{S}_i$ ve $\tilde{S}_j$ ile belirtilen iki değer kıyaslamasını tam anlamıyla yapabilmek için hem $V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j)$ hem de $V(\tilde{S}_j \geq \tilde{S}_i)$ değerlerine ihtiyaç duyulabilir.

Çünkü olabilirlik derecesinin 0 olduğu durumda aksi durumun olabilirlik derecesini bilememekteyiz. Yani iki değeri kıyaslamada her iki durum arasından olabilirlik derecesinin 0 olmayan durumun tespit edilmesi ve bu duruma karşılık gelen olabilirlik derecesinin değerinin bulunması ile tam olarak anlamlı kıyaslama yapılır.

Bu yöntem üzerinde yapılan işlemlerde n adet kriter için $V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j)$ hesaplamalarında yapılabilecek tüm karşılaştırmalarımız gerçekleştirilecektir. Toplamda $n.n$ kartezyen çarpımı kadar karşılaştırma ile beraber $i \neq j$ koşulunu da göz önüne aldığımızda $n.n - n$ kadar yani $n.(n - 1)$ adet $V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j)$ değeri elde edilecektir.

İşlem 2:

$\tilde{S}_i$ bulanık sayısının kendisi hariç tüm diğer $n - 1$ adet bulanık sayıdan büyük eşit olmasının daha fazla olabilirlik derecesi hesaplanır. Hesaplamalar yapılırken bir önceki işlem 1' de gerçekleştirilen işlemde bir $\tilde{S}_i$ değeri alınıp diğer tüm bulanık sayılarla $n - 1$ adet j değeri karşılığında $V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j) \quad j \neq i$ değerleri bulunarak en küçük olanı sonuç olarak alınır.

$$V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j \quad \forall j = 1, \dots, n; \quad j \neq i) = \min_{j \in \{1, \dots, n\}, j \neq i} V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j), \quad i = 1, \dots, n. \quad (53)$$

8.2.3.3. Öncelik Vektörünün Hesaplanması

$\tilde{A}$ bulanık karşılaştırma matrisinin öncelik vektörü olan W vektörünü elde etmek için her bir w_i değeri hesaplanmalıdır. Denklem yine normalizasyona benzer olarak işlemekte ve her bir eleman değerinin, tüm elemanların toplam değerine oranlama işlemini gerçekleştirmektedir.

$$w_i = \frac{V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j \quad \forall j = 1, \dots, n; \quad j \neq i)}{\sum_{k=1}^n V(\tilde{S}_k \geq \tilde{S}_j \quad \forall j = 1, \dots, n; \quad j \neq k)}, \quad i = 1, \dots, n \quad (54)$$

Son olarak öncelik vektörü,

$$W = (w_1, \dots, w_n)^T \quad (55)$$

olarak ifade edilir.

Payda kısmında yer alan $\sum_{k=1}^n V(\tilde{S}_k \geq \tilde{S}_j \quad \forall j = 1, \dots, n; \quad j \neq k)$ kısmı pay bölümünde elde edilen $V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j \quad \forall j = 1, \dots, n; \quad j \neq i), i = 1, \dots, n$ sonuçlarının

toplamını gösterir. Bu nedenle işlem kolaylığı açısından öncelikle normalize edilmemiş değerleri bulmak gerekmektedir.

Normalize edilmemiş $w_i = w_i' = V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j \forall j = 1, \dots, n; j \neq i), i = 1, \dots, n$.

Daha sonra normalize edilmemiş ağırlık vektörü oluşturulur.

$$W' = (w_1', \dots, w_n')^T \quad (56)$$

Son olarak öncelik vektörü normalize edilerek , (her bir elemanın, tüm elemanların toplam değerine bölünmesi işlemi) bulanık olmayan bir vektör olarak elde edilir.

$$W = (w_1, \dots, w_n)^T \quad (57)$$

Genişletilmiş analiz tekniği uygulamada kolaylığı sebebiyle yaygın olarak tercih edilmektedir. Bu teknikte ağırlıklı (görelî) önem dereceleri hesaplanmamaktadır. İki üçgen bulanık sayının karşılaştırma indeksi bulunmaktadır. Bu karşılaştırma indeksleri doğrudan ağırlıklı (görelî) önem dereceleri olarak kullanılamamaktadır, çünkü karşılaştırma indeksleri değerleri bu kullanıma uygun değildir. Örneğin ağırlıklı (görelî) önem derecesi 0 olmamasına rağmen karşılaştırma indeks değerleri 0 olabilmektedir. Bu durum da genişletilmiş analiz tekniğinin bulanık karşılaştırma matrisi üzerinden doğru ağırlıkların türetilmesinde tam olarak yeterli olmadığı eleştirilerine neden olmuştur. Bu eleştiriler (Wang, Luo ve Hua, 2008);

- Genişletilmiş analiz, bazı gerekli karar kriterleri ve alt kriterlerine sıfır ağırlığı vererek karar sürecinde değerlendirilmemelerine yol açmaktadır. Bu durum AHP'nin temel beklentileri ile çelişmektedir.
- Ağırlıklı (görelî) önem derecelerine sıfır ağırlığı atanabilmesi nedeniyle bulanık karşılaştırma matrislerindeki bazı bilgiler atlanabilmektedir.
- Bulunan ağırlıklar karar kriterlerinin veya seçeneklerin ağırlıklı (görelî) önemlerini ifade etmekte yetersiz kalmaktadır.
- Karar süreci değerlendirilirken en kötü alternatifin en iyisiymiş gibi seçilerek bir bulanık AHP probleminde yanlış bir karar verilmesi ihtimali vardır.

Bu eleştirilere karşılık, genişletilmiş analiz tekniğinde uygulanan bulanık sentetik derecelerinin sıralanmasında başka uygun yöntemlerin uygulanmasıyla iyileştirme yapılabilmektedir.

8.2.4. Cheng' in Entropi Bazlı Yöntemi (1996)

Cheng' in yöntemine geçmeden önce yöntemin altyapısını oluşturan bazı bilgiler matematiksel iletişim kuramı açısından belirtilerek konunun daha anlaşılır olması sağlanacaktır.

8.2.4.1. Enformasyon ve Ölçümü

Enformasyon (bilgi iletimi) karar verme sürecinde hangi seçeneklerle hangi sonuçlara ulaşacağımız konusunda kalitesine bağlı olarak belirsizliklerin azaltılması ile karar vermemize yardımcı olur. Enformasyon miktarı ölçülebilir ve matematiksel iletişim kuramı baz alındığında bu ölçüm bitler kapsamında yapılır. Bu nedenle enformasyon miktarı 2 tabanında logaritma karşılığı kadar kabul edilir. Yani iki seçimlik durum, bir enformasyon bilgisine eşit kabul edilir.

8.2.4.2. Entropi Kavramı

Enformasyonda tek kesin veri yoktur, çünkü bu tip verilerin iletilmesi anlamsızdır. Bu verileri iletmek yerine doğrudan karşı tarafta yüklenmesi anlamlı ve uygundur. Bu nedenle kavram olarak enformasyonun olduğu yerde kesinsizlik de enformasyona bağlı olarak bulunur. Enformasyon artışı ile sistemde kesinsizlik azalır. Sistemdeki kesinsizliğin miktarı entropi olarak tanımlanır. Bir sistemin mümkün durumlarının kesin olarak bilinmesi için gerekli bilgi, sistemin entropisine eşittir.

8.2.4.3. A Priori Kavramı

A priori kavramı; önceki, deneyden önce olan anlamına karşılık gelir. Deneyden sonra olan anlamına gelen posteriori kelimesinin zıt anlamlısıdır. Bu kavram bir teori kanıtlanmadan veya çürütülmeden önce, bu teoriyi kullanarak elde edilen tahminler için kullanılmaktadır. A priori; enformasyon kavramında olan tek -

kesin veri yoktur yapısını ve entropi kavramındaki kesinsizliği anlatabilmesi bakımından olasılıklar kümesinin sıfatı olarak kullanılır.

8.2.4.4. Shannon Entropisi

Shannon entropisi, rassal bir deneyde bulunan çıktıların tahminindeki ortalama belirsizliği ölçmektedir. Genelde, ortaya çıkabilecek birden fazla sayıda olası durum veya mesaj varsa, bu iletiler için a priori olasılıklar kümesi de vardır ve enformasyonun miktarı, bu olasılıklara bağlıdır. Bir mesajın olasılığı diğerlerinden büyük oranda yüksekse, enformasyonun miktarı veya a priori kesinsizlik değeri düşük olur. Enformasyonda mümkün durum sayısının logaritması kullanılarak yapılan ölçüm entropidir. Entropi bir iletişim sistemindeki kesinsizliğin ölçüsüdür. Entropi, en basit anlamıyla bir sistemdeki belirsizliği ifade eder.

Mümkün (olası) durumlar (bilgiler) kümesi içerisinde seçimler yapıldığında, yapılan seçimlerin olasılıkları $p_1, p_2, \dots, p_n$ olarak kabul edilirse; enformasyonun miktarındaki ölçüm:

$$H = \sum_{i=1}^n p_i \log p_i \quad (58)$$

formülü ile elde edilir. Miktarların ($\log p_i$) ve miktarların olasılıklarının (p_i) çarpımlarının toplamı enformasyon miktarına ve de sistemin mümkün durumlarının kesin olarak bilinmesi için gerekli bilgiye, yani sonuçta sistemin entropisine eşittir.

8.2.4.5. Cheng' in Entropi Bazlı Yöntemi

Özet olarak sırasıyla şu işlemler gerçekleştirilir:

1. Hiyerarşik yapı oluşturulur.
2. Bulanık karar matrisi oluşturulur ve üyelik fonksiyonları kurulur
3. Karar matrisi ile ağırlık vektörü çarpılır. (Bulanık üçgensel sayılar tabloda belirtildiği şekilde kullanılır.)
4. Toplam ağırlıklar hesaplanır. 3. adımda elde edilen vektör bulanık sayı değerleri α kesimi ile hesaplanır ve en büyük değer optimum çözüm olarak alınır.

Tablo 8: Bulanık Önem Dereceleri ve Tanımları

Önem Derecesi	Tanım
$\tilde{1}$	Hemen Hemen Eşit Önemli
$\tilde{3}$	Biraz Daha Fazla Önemli
$\tilde{5}$	Güçlü Derecede Önemli
$\tilde{7}$	Çok Güçlü Derecede Önemli
$\tilde{9}$	Aşırı Güçlü Derecede Önemli

Kaynak: Cheng, 1999: 28.

Tablo 9: Bulanık Sayılar ve Üyelik Fonksiyonları

Bulanık Sayı	Üyelik Fonksiyonu
$\tilde{1}$	(1,1,3)
$\tilde{x}$	(x-2,x,x+2) [x=3,5,7 için]
$\tilde{9}$	(7,9,9)

Kaynak: Cheng, 1999: 28.

3. ve 4. adımlarının işlemlerini sırasıyla ayrıntılı olarak incelersek;

i) $\tilde{A}$ bulanık karar matrisi ile $\tilde{W}$ bulanık ağırlık vektörünün çarpımı:

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} \tilde{w}_1 \otimes \tilde{x}_{11} & \tilde{w}_2 \otimes \tilde{x}_{12} & \cdots & \tilde{w}_n \otimes \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{w}_1 \otimes \tilde{x}_{21} & \tilde{w}_2 \otimes \tilde{x}_{22} & \cdots & \tilde{w}_n \otimes \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{w}_1 \otimes \tilde{x}_{n1} & \tilde{w}_2 \otimes \tilde{x}_{n2} & \cdots & \tilde{w}_n \otimes \tilde{x}_{nn} \end{bmatrix}$$

ii) α kesme işlemi gerçekleştirilmesi:

$$a_{ijl}^\alpha = w_{il}^\alpha x_{ijl}^\alpha, \quad a_{iju}^\alpha = w_{iu}^\alpha x_{iju}^\alpha; \quad 0 < \alpha \leq 1, \quad \forall i, j \text{ için}$$

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

iii) λ iyimserlik indeksi uygulaması:

İyimserlik indeksi için doğrusal ve konveks kombinasyonu:

$$\bar{a}_{ij}^\alpha = (1 - \lambda) a_{ijl}^\alpha + \lambda a_{iju}^\alpha, \quad \forall \lambda \in [0, 1] \text{ işlemleri sonucunda elde}$$

edilen $\tilde{A}$ kesin karar matrisimiz:

$$\bar{A} = \begin{bmatrix} \bar{a}_{11}^{\alpha} & \bar{a}_{12}^{\alpha} & \cdots & \bar{a}_{1n}^{\alpha} \\ \bar{a}_{21}^{\alpha} & \bar{a}_{22}^{\alpha} & \cdots & \bar{a}_{2n}^{\alpha} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \bar{a}_{n1}^{\alpha} & \bar{a}_{n2}^{\alpha} & \cdots & \bar{a}_{nn}^{\alpha} \end{bmatrix}$$

iv) Göreli (bağıl) frekans matrisinin elde edilmesi:

$s_k = \sum_{j=1}^n a_{kj}$ olmak üzere;

$$F = \begin{bmatrix} \frac{a_{11}}{s_1} & \frac{a_{12}}{s_1} & \cdots & \frac{a_{1n}}{s_1} \\ \frac{a_{21}}{s_2} & \frac{a_{22}}{s_2} & \cdots & \frac{a_{2n}}{s_2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{a_{n1}}{s_n} & \frac{a_{n2}}{s_n} & \cdots & \frac{a_{nn}}{s_n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_{11} & \cdots & f_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{n1} & \cdots & f_{nn} \end{bmatrix}$$

elde edilir.

v) Entropi değerlerinin hesaplanması:

Entropi formülümüz ile n adet H_i i . entropi değerleri bulunur:

$$H_i = - \sum_{j=1}^n f_{ij} \log f_{ij}, i = 1, 2, \dots, n \quad (59)$$

$$H_1 = - \sum_{j=1}^n f_{1j} \log f_{1j}, H_2 = - \sum_{j=1}^n f_{2j} \log f_{2j}, \dots, H_n = - \sum_{j=1}^n f_{nj} \log f_{nj} \quad (60)$$

vi) Entropi ağırlıklarının elde edilmesi:

$$W_{H_i} = \frac{H_i}{\sum_{j=1}^n H_j}, i = 1, 2, \dots, n \quad (61)$$

8.2.5. Enea ve Piazza Yöntemleri (2004)

(Enea ve Piazza, 2004: 39-62)

$\tilde{A}$ ikili bulanık karşılaştırma matrisi ve $\tilde{a}_{ij}$ bu matrisin bulanık hücre elemanlarıdır:

$$\tilde{A} = (\tilde{a}_{ij})_{n \times n} \begin{bmatrix} \tilde{a}_{11} & \cdots & \tilde{a}_{1n} \\ \tilde{a}_{21} & \cdots & \tilde{a}_{2n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{a}_{n1} & \cdots & \tilde{a}_{nn} \end{bmatrix}$$

$$\tilde{a}_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$$

$$\tilde{a}_{ji} = (\frac{1}{u_{ij}}, \frac{1}{m_{ij}}, \frac{1}{l_{ij}})$$

$$i = j \Rightarrow \tilde{a}_{ji} = \tilde{a}_{ij} = (1,1,1)$$

Bu yöntemler genişletilmiş analiz yöntemi temelinde oluşturulmuştur.

8.2.5.1. Yöntem 1

$\tilde{S}_i = (S_{li}, S_{mi}, S_{ui})$ olarak gösterildiğinde;

$$S_{li} = \sum_{j=1}^n b_{ij} \otimes \left[\sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^n b_{kj} \right]^{-1} \quad (62)$$

$$S_{mi} = \sum_{j=1}^n m_{ij} \otimes \left[\sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^n m_{kj} \right]^{-1} \quad (63)$$

$$S_{ui} = \sum_{j=1}^n c_{ij} \otimes \left[\sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^n c_{kj} \right]^{-1} \quad (64)$$

kullanılır.

$B = (b_{ij})_{n \times n}$ 'nin oluşturulmasında şu kısıtlar kullanılır:

$$b_{jj} = 1$$

$$b_{jk} = \frac{1}{b_{kj}}$$

$$b_{ij} = l_{ij}, \forall i \neq j$$

$$b_{kj} = \{x \mid y = \max\left(x + \frac{1}{x}\right), \forall x \in [l_{kj}, u_{kj}]\}, \quad \forall k \neq i, \quad j \neq i, \quad j > k$$

$C = (c_{ij})_{n \times n}$ 'nin oluşturulmasında şu kısıtlar kullanılır:

$$c_{jj} = 1$$

$$c_{jk} = \frac{1}{c_{kj}}$$

$$c_{ij} = u_{ij}, \forall i \neq j$$

$$c_{kj} = \{x \mid y = \min\left(x + \frac{1}{x}\right), \forall x \in [l_{kj}, u_{kj}]\}, \quad \forall k \neq i, \quad j \neq i, \quad j > k$$

8.2.5.2. Yöntem 2

$\tilde{S}_i = (S_{li}, S_{mi}, S_{ui})$ olarak gösterildiğinde;

$$S_{mi} = \left[\left(\prod_{j=1}^n m_{ij} \right)^{\frac{1}{n}} / \left[\sum_{k=1}^n \left(\prod_{j=1}^n m_{kj} \right)^{\frac{1}{n}} \right] \right] \quad (65)$$

$$S_{li} = \min \left[\left(\prod_{j=1}^n a_{ij} \right)^{\frac{1}{n}} / \left[\sum_{k=1}^n \left(\prod_{j=1}^n a_{kj} \right)^{\frac{1}{n}} \right] \right] \quad (66)$$

$$S_{ui} = \max \left[\left(\prod_{j=1}^n a_{ij} \right)^{\frac{1}{n}} / \left[\sum_{k=1}^n \left(\prod_{j=1}^n a_{kj} \right)^{\frac{1}{n}} \right] \right] \quad (67)$$

a_{kj} değerlerinin elde edilmesinde kullanılan kısıtlar:

$$a_{kj} \in [l_{kj}, u_{kj}] \quad \forall j > k$$

$$a_{jk} = \frac{1}{a_{kj}} \quad \forall j < k,$$

$$a_{jj} = 1$$

DOKUZUNCU BÖLÜM

YENİ YÖNTEM ÖNERİLERİ

9.1. YENİ ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME YÖNTEMİ

9.1.1. Bulanık Olmayan Yapı:

Yeni yöntem, çok kriterli karar verme problemlerinin çözülmesinde kullanılmak üzere tasarlanan bir karar verme yöntemi önerisidir. Nicel ve nitel kriterlerin bütüncül olarak hiyerarşik bir yapı ile değerlendirilmesi, birlikte aynı denklem içerisinde yer alarak işlenmesi yeteneğine sahiptir. Yeni yöntem uygulamada kullanıldığı gibi performans değerlendirme aracı olarak da kullanılabilir. Yeni yöntemin işleyişi AHP ile benzer bir sıradadır. AHP yöntemi uygulamalarında öncelikle problem belirlenir ve probleme ait kriterler alt kriterler ve alternatifler hiyerarşik bir yapı oluşturularak ortaya konulur. İkili karşılaştırmalar yapılarak karşılaştırma matrisi elde edilir ve bu verilerden her kriterin önem derecesi belirlenir. Yöntem uygulaması sonucunda tüm kriterler değerlendirilerek en iyi seçenek ya da en iyi sıralama önem dereceleri ile beraber bulunmuş olur. Yeni yöntem AHP' nin tüm kriterlerinin değerlendirmesi aşamasında, yani ikili karşılaştırma matrislerinin değerlendirme aşamasında farklılık göstermektedir. Yeni yöntem AHP yönteminde ikili karşılaştırmalardan elde edilen ağırlık vektörlerinin elde edilmesi işlemine farklı bir matematiksel formül uygulamaktadır. Bu formül ile elde edilen hiyerarşik seviyeli kriterlerin ağırlık vektörlerinin kriter değerlendirme sonuçlarına ulaşırken kullanılan toplam ve normalize ağırlık vektörü elde etme yapısı da benzer bir işleyiş kullanılır. Yeni yöntemin önerdiği ağırlıkların elde edilmesi işlemi açıklanmaya çalışılmıştır.

Ağırlık elde etme formülü oluşturulmasındaki düşünce tarzı matrisin her bir satırı veya sütununun tek bir denklem olarak düşünülmeyle, her bir hücrenin denklem eşitliğinin bir tarafı olduğundan yola çıkılmıştır.

Örnek üzerinden açıklamaya çalışırsak:

Karar verici 3 kriteri değerlendiriyor olduğunu düşünelim:

Kriter2 kriter1' e göre 3 kat daha önemlidir,

Kriter3 de kriter2' ye göre 4 kat daha önemlidir,

Kriter1 kriter3' e göre 12 kat daha önemlidir

tanımlarını yaptığını varsayalım. (Bu 3 tanımlama matematiksel olarak tam tutarlıdır çünkü üçüncü tanımlamayı ilk iki tanımlamadan yola çıkarak elde edebilirdik.) Kriterler k_1 , k_2 ve k_3 olsun. Karar verici denklemlerinden ikili matris şu şekilde oluşur

$$K = \begin{bmatrix} k_{11} & k_{12} & k_{13} \\ k_{21} & k_{22} & k_{23} \\ k_{31} & k_{32} & k_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k & k_1 & k_2 & k_3 \\ k_1 & 1 & 1/3 & 1/12 \\ k_2 & 3 & 1 & 1/4 \\ k_3 & 12 & 4 & 1 \end{bmatrix}$$

Elde edilen ikili matrisin matematiksel denklem karşılığı matris oluşturulmalarının temeline dayanarak AHP' nin de yola çıktığı mantık çerçevesinde şu şekildedir ve kullanıcının problemi ifade edişi ile yakın sayılan fakat aykırı bir şekilde oluşur:

1. Satır için $1.k_1 + (1/3).k_2 + (1/12).k_3 = 0$,
2. Satır için $3.k_1 + 1.k_2 + (1/4).k_3 = 0$,
3. Satır için $12.k_1 + 4.k_2 + 1.k_3 = 0$.

Oysa ki karar verici aşağıda belirtilen denklemleri ifade etmektedir ve yeni yöntem de bu ifade temeli üzerinde ağırlıkları elde etmektedir.

1. Satır için $1.k_1 = (1/3).k_2 = (1/12).k_3$,
2. Satır için $3.k_1 = 1.k_2 = (1/4).k_3$,
3. Satır için $12.k_1 = 4.k_2 = 1.k_3$.

Görüldüğü gibi ilk denklemler karar vericinin anlatmak istediğini karşılamamaktadır. Özüne bakıldığında hatalı bir ifade biçimidir. Her satırı eşit ağırlıkta düşünülerek sonuçlar elde edilmesine neden olur, oysa ki karar verici ifadesine bakıldığında 2. satırı 1. satır ile aynı türden değildir, yani 1. satırdaki k_1 ile 2. satırdaki k_1 ve hatta 3. satırdaki k_1 aslında matematiksel olarak aynı k_1 değildir ve diğer hücre kriterleri de her bir satır için farklı değer gösterir. AHP ve diğer benzer yöntemlerin kullandığı bu mantık temeli katsayıların toplama işlemi yapılması sebebiyle çoğu zaman yaklaşık sonuçlar verebilir, denklem katsayı oluşumuna göre nadir olarak tam sonuç da verebilir. fakat kararlı ve istenilen bir çözüm değildir.

Yeni yöntemin geliştirilmesinde kullanılan mantık basit olarak denklem eşitlik gruplarını önce aynı seviyeye getirerek yola çıkar. Eşitlik gruplarını aynı seviyeye getirebilmek için herhangi bir kriterin eşitliklerde kullanılan katsayılarının

eşit değerde olması sağlanır. Bu işlem önerilen denklem eşitlikleri için k_1 seçilirse 1. satır 1'e bölünür, 2. satır k_1 ' in katsayısı olan 3' e bölünür, 3. satır da 12 değerine bölünür. Elde edilen eşitlikler şu şekildedir:

1. Satır için $1.k_1=(1/3).k_2=(1/12).k_3$,
2. Satır için $1.k_1=(1/3).k_2=(1/12).k_3$,
3. Satır için $1.k_1=(1/3).k_2=(1/12).k_3$.

Bu denklemler elde edildikten sonra katsayılar her bir kriter için toplanılabilir duruma dönüşmüştür. 3 satırı da topladığımızda

Toplam için $3.k_1=1.k_2=(1/4).k_3$ elde edilir. Bu eşitliklerden k_1 , k_2 ve k_3 için ağırlıklarını kesin ve olması gereken bir sonuca ulaşırız.

Ters orantıdan k_1 ' in 1, k_2 ' nin 3 ve k_3 ' ün 12 birim önemi olduğu elde edilir.

$3.k_1=1.k_2=(1/4).k_3=3.m$ denildiğinde;

$k_1=m$,

$k_2=3m$,

$k_3=12m$ elde edilir.

Son olarak normalizasyon ile yüzde oranları da elde edilir.

$k_1=m/(m+3m+12m)=1/16=0,062$,

$k_2= 3m/(m+3m+12m)=3/16=0,188$,

$k_3= 12m/(m+3m+12m)=12/16=0,75$.

Satırların toplanılabilir hale gelmesi için eşitleme işleminde kullanılacak katsayıları bulmak üzere; formül üzerinde herhangi bir sütun seçilerek o sütunun(vektörün) her bir hücresinin çarpmaya göre tersi bulunur. $(a^r)^T$

Her bir sütunda toplamaların bulunması işlemini ikili matris ile sütun transpozunun matris ile çarpımını tanımlar.

$$((a^r)^T x A)$$

Daha sonra elde edilen eşitlik grupları matrisinin ters orantı sonucunu vermesi için her bir hücrenin çarpmaya göre tersi alınır.

$$((a^r)^T x A)^r$$

Son olarak normalize edilebilir durumda olan vektör üzerinde normalizasyon işlemi ile ağırlık oranları bulunur

$$W = (((a^r)^T x A)^r)^N$$

Ağırlık elde etme formula özetle şu şekildedir:

A ikili karşılaştırma matrisini,

a bu matris içerisinde seçilen herhangi bir sütun vektörünü,

r simgesi her bir hücre içeriğinin çarpma işlemine göre tersi alma işlemini,

T matris-vektör transpozunu alma işlemini,

N simgesi ise de normalizasyon işlemini göstermektedir.

$$W = (((a^r)^T x A)^r)^N \quad (68)$$

Verilen örnek problem formüle uygulandığında:

$$A = \begin{bmatrix} k_{11} & k_{12} & k_{13} \\ k_{21} & k_{22} & k_{23} \\ k_{31} & k_{32} & k_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k & k1 & k2 & k3 \\ k1 & 1 & \frac{1}{3} & \frac{1}{12} \\ k2 & 3 & 1 & \frac{1}{4} \\ k3 & 12 & 4 & 1 \end{bmatrix}$$

İkili karşılaştırma matrisi için;

İlk sütunun yani $k1$ sütununun tersini (ters alma işlemi r simgesi ile belirtilmektedir.) işlemlerde kullanmak üzere elde edelim. Bu işlemi yapmadan doğrudan $k1$ satırını da alabiliriz çünkü işlem sonucu $k1$ satırını verir.

$$(a^r)^T = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{3} & \frac{1}{12} \end{bmatrix}$$

Yöntemin ağırlık vektörü formülü W ile gösterilirse;

$$W = (((a^r)^T x A)^r)^N$$

Burada N işlemi normalizasyonu gösterirken matris çarpım işlemi (x) gerçekleştirilir. Yine belirtildiği üzere r ile de her hücre içeriğinin çarpmaya göre tersi değerlerinin elde edilmesi ile verilerin matris formunda gösterimini simgelemektedir.

$$W = \left(\left(\left(\begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{3} & \frac{1}{12} \end{bmatrix} x \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{3} & \frac{1}{12} \\ 3 & 1 & \frac{1}{4} \\ 12 & 4 & 1 \end{bmatrix} \right)^r \right)^N$$

$$W = \left(\left(\begin{bmatrix} 3 & 1 & \frac{3}{12} \end{bmatrix} \right)^r \right)^N$$

$$W = \left(\begin{bmatrix} \frac{1}{3} & 1 & 4 \end{bmatrix} \right)^N$$

$$W = ([0,33 \quad 1 \quad 4])^N$$

$$W = ([0,062 \quad 0,188 \quad 0,75])$$

Elde edilen ağırlık vektörü içeriği, karar verici için ağırlıklarına göre kriterler sırasıyla %6.2 ile k1, %18.8 ile k2, %75 ile k3 olarak sıralanır.

Sonuç olarak karar verme problemlerinde de oluşan ikili karşılaştırmaların temel yapısı da adına da daha uygun olan ikili denklem eşitliklerinin analiz edilmesi üzerinedir. İkili karşılaştırma matrisi, ikili denklem eşitliklerinin eşitliklerinden oluşmaktadır. Karar vericinin birinci kriter ikinci kritere göre daha önemlidir ve önem seviyesi de x' tir demesinin matematiksel anlam karşılığı birinci kriter ikincisinden x kat daha önemlidir veya ikinci kriter birinci kriterin $1/x$ katı kadar önemlidir şeklindedir. Tüm bu karşılaştırmaların hepsi her bir hücre bazında x katında eşitlik kavramını kullanmaktadır. AHP yönteminin problem çözmedeki temel mantığındaki sapma AHP' nin dezavantajları olarak ortaya çıkmasına neden olur. AHP olması gereken mantık içerisinde işlemediği için kesin verilere ulaşmama durumları sıklıkla oluşur ve ayrıca seçeneklerden herhangi birinde yapılan ekleme ve çıkarma da ağırlık sıralamasını değiştirdiği durumlar da meydana gelir. AHP yönteminin çelişkide kaldığı bu durumlar, yeni yöntem ile ortadan kaldırılır ve her koşulda tam ve beklenen sonuçları verir.

9.1.2. Bulanık Yapı

Önerilen yöntem bulanık olmayan yapı üzerinde uygulanabildiği gibi bulanık yapılarda da kullanılabilir. Yeni yöntemin bulanık yapıya uygulanmasında her bir hücrenin bulanık sayı yapısı üzerinde hiçbir değişiklik olmaması garantisi sağlanır. Yani formüle giren bulanık sayı tam da olması gerektiği şekilde üzerinde bütünlüğünü değiştirebilecek bir işleme tutulmadan kullanılır. Her bir bulanık sayı yeni yöntemin bulanık olmayan yapı örneğindeki gibi birebir aynı işlemlerden geçer. Bu nedenle önerilen yöntem bulanık olmayan yapı kadar kesin, tam ve olması gereken sonuçları vermektedir.

Bulanık sayılarla kullanılan yöntem üzerinde kullanılan yeni kavramlar ve tanımlamalar bulunmaktadır. Yönteme geçmeden önce bu kavramların anlaşılması yöntemin anlaşılabilirliğini kolaylaştıracaktır.

Ters Çarpan Kavramı:

Bir $\tilde{a}$ bulanık sayısının ters çarpan değeri ile çarpım sonucu $(1,1,1)$ bulanık sayısını verir. Bu bulanık olmayan sayılarda kullanılan çarpmaya göre tersi işlemine karşılık gelmektedir, fakat bulanık mantıkta ters alma işlemi farklı olarak belirtilir. (Ters çarpan işlemini sayı üzeri r olarak gösterilecektir.) Örneğin; temsilen $\tilde{a} = (l, m, u)$ bulanık sayısı için ters çarpan sonucu $\tilde{a}^r = \left(\frac{1}{l}, \frac{1}{m}, \frac{1}{u}\right)$ olacaktır. (Bulanık sayının tersi $\tilde{a}^r = \left(\frac{1}{u}, \frac{1}{m}, \frac{1}{l}\right)$ 'dir). Ters çarpan verileri elde edildiği gibi kullanılmakta ve küçükten büyüğe doğru sıralanma işlemi yapılmayacaktır. Bu şekilde bulanık sayı içerisindeki her bir rakam bağımsız olarak işlenerek yapının koruma altına alınması sağlanır.

İçerik Sıralama Kavramı:

Bir bulanık sayının ters çarpanı başka bulanık sayı ile çarpıldığında da elde edilen sonuç her zaman sıralı sonuç vermez. Bu nedenle bulanık sayıyı oluşturan sayıları yeniden sıralamak gerekmektedir. Örneğin $\tilde{a} = (5,7,8)$ bulanık sayısının ters çarpanı $\tilde{a}^r = \left(\frac{1}{5}, \frac{1}{7}, \frac{1}{8}\right)$ 'dır. Ters çarpan içeriği sıralı olmadığı için başka bir bulanık sayı ile çarpılmasının sonucu da sıralı olmayabilir. $\tilde{b} = (20,21,24)$ bulanık sayısını $\tilde{a}^r = \left(\frac{1}{5}, \frac{1}{7}, \frac{1}{8}\right)$ ile çarptığımızda sonuç $s = (4,3,3)$ olacaktır. Bulunan s sonucu içerik sıralama işlemi ile $\tilde{s} = (3,3,4)$ bulanık sayısı elde edilir. İçerik sıralama işlemi sayı üzeri q olarak gösterilecektir. $s = (4,3,3)$ için $s^q = (3,3,4)$ olarak belirtilecektir.

Normalize İşlemi (Normalizasyon) Gösterimi:

Normalizasyon işlemi $\tilde{A}^N$ olarak belirtilmektedir. Normalizasyon, bütün elemanların toplanarak her bir elemanın bu toplam değerine bölünmesi ile elde edilen bütün içerisindeki yüzde ağırlıklarının elde edilmesi işlemleridir.

Bulanık Yapı Korunarak İşlemlerin Sürdürülmesi:

Yöntemin uygulanmasında son ana kadar bulanık yapı sürdürülecek, bulanık yapı üzerinden bulanık ağırlık oranları elde edilerek değerlendirme (seçenekler üzerinde işleme) işlemleri yapılacaktır. İşlemler sırasında bulanık verilerden elde edilen normalize işlemi yapılan verilerimiz sıralı olmayacaktır. Sıralı hale getirildiğinde doğru sonuçlar elde edilmeyecektir. Herhangi bir sütunun ters çarpanının transpozunu ile ikili karşılaştırma matrisi çarpılır. Bu çarpım işlemi ile

seçilen sütun hücre elemanı tüm aynı satır elemanlarına bölünmüş olur. İçeriği sıralanır ve normalizasyon sonucunda oranlar elde edilir.

$$\tilde{W} = \left(\left(\left(\left(\tilde{a}_j^r \right)^T \otimes \tilde{A} \right)^r \right)^q \right)^N, j = 1 \vee 2 \vee \dots \vee n \quad (69)$$

Örnek:

Kriter matrisi şu şekilde olsun:

$$A = \begin{bmatrix} (1, 1, 1) & (5, 5, 6) & (3, 3, 4) \\ \left(\frac{1}{6}, \frac{1}{5}, \frac{1}{5}\right) & (1, 1, 1) & \left(\frac{1}{4}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3}\right) \\ \left(\frac{1}{4}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3}\right) & (3, 3, 4) & (1, 1, 1) \end{bmatrix}$$

Örnekte ikili karşılaştırma matrisinin ilk sütunu (vektörü) (j=1) ile işlemleri gerçekleştirmektedir. Bu seçim yapılırken herhangi bir sütun için de aynı sonucu verir.

Tablo 10: 1. Sütunun. Ters Çarpınları

$s1$	$s1^r$	Çarpım
(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
(1/6, 1/5, 1/5)	(6, 5, 5)	(1, 1, 1)
(1/4, 1/3, 1/3)	(4, 3, 3)	(1, 1, 1)

$$\tilde{W} = \left(\left(\left(\left(\tilde{a}_j^r \right)^T \otimes \tilde{A} \right)^r \right)^q \right)^N, j = 1 \vee 2 \vee \dots \vee n$$

$$\tilde{W} = \left(\left(\left(\left(\tilde{f}1^r \right)^T \otimes \tilde{A} \right)^r \right)^q \right)^N$$

olduğuna göre ;

$$\tilde{W} = \left(\left(\left(\left(\left(\begin{bmatrix} (1, 1, 1) \\ \left(\frac{1}{6}, \frac{1}{5}, \frac{1}{5}\right) \\ \left(\frac{1}{4}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3}\right) \end{bmatrix} \otimes \begin{bmatrix} (1, 1, 1)^T \\ (6, 5, 5) \\ (4, 3, 3) \end{bmatrix} \right)^r \right)^q \right)^T \right)^N$$

$$\begin{aligned}
&= \left(\left(\left(\left[\begin{array}{ccc} (1+1+1, & 1+1+1, & 1+1+1) \\ (5+6+12, & 5+5+9, & 6+5+12) \\ \left(3+\frac{3}{2}+4, & 3+\frac{5}{3}+3, & 4+\frac{5}{3}+3\right) \end{array} \right] \right)^r \right)^q \right)^N \\
&= \left(\left(\left(\left[\begin{array}{ccc} (3,3,3) \\ (23,19,23) \\ \left(\frac{17}{2}, \frac{23}{3}, \frac{26}{3}\right) \end{array} \right] \right)^r \right)^q \right)^N = \left(\left[\begin{array}{ccc} \left(\frac{1}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3}\right) \\ \left(\frac{1}{23}, \frac{1}{19}, \frac{1}{23}\right) \\ \left(\frac{2}{17}, \frac{3}{23}, \frac{3}{26}\right) \end{array} \right] \right)^q \right)^N \\
&= \left(\left[\begin{array}{ccc} (0.333, 0.333, 0.333) \\ (0.044, 0.053, 0.044) \\ (0.118, 0.13, 0.115) \end{array} \right] \right)^q \right)^N = \left[\begin{array}{ccc} (0.333, 0.333, 0.333) \\ (0.044, 0.044, 0.053) \\ (0.115, 0.118, 0.13) \end{array} \right]^N \\
&= \begin{bmatrix} s1 & (0.677, 0.673, 0.645) \\ s2 & (0.089, 0.089, 0.103) \\ s3 & (0.234, 0.238, 0.252) \end{bmatrix}
\end{aligned}$$

sonucuna ulaşılır. Yüzdelere ile belirtildiğinde;

$$s1 = (\%67.7, \%67.3, \%64.5)$$

$$s2 = (\%8.9, \%8.9, \%10.3)$$

$$s3 = (\%23.4, \%23.8, \%25.2)$$

şeklinde gösterilir. Bu verilerde

En düşük oranların yüzdeleri s1 için %67.7, s2 için %8.9 ve s3 için %23.4

Olası oranların yüzdeleri s1 için %67.3, s2 için %8.9 ve s3 için %23.8

En yüksek oranların yüzdeleri s1 için %64.5, s2 için %10.3 ve s3 için %25.2

olarak yorumlanır.

9.2. YENİ TUTARLILIK YÖNTEMİ

9.2.1. Bulanık Olmayan Yapı

Önerilen tutarlılık oranı hesaplaması, önerilen bulanık yöntem için de, ve aynı zamanda bir ağırlık vektörünün elde edildiği herhangi bir bulanık veya bulanık olmayan yöntem için de kullanılabilir

Yeni tutarlılık yöntemini uygulaması için; ikili karşılaştırma matrisi ve elde edilen ağırlık vektörünü kullanılır. Vektör üzerinden olması gereken matris elde

edilir, ikili karşılaştırma matrisi her bir hücresi ile karşılık gelen olması gereken matris hücresi farkının mutlak değeri alınır ve olması gereken matris hücre değerine bölünür. Elde edilen bir çeşit sapma matrisidir, bu matris üzerinden hangi hücre, satır, sütun üzerinde değer büyüklüğü ile orantılı tutarsızlık miktarı yorumlanır. Elde edilen sapma matrisi değerleri toplanır ve (skala= 9) ile (matris boyutu karesi- matris boyutu) çarpım değerine bölünerek matris tutarlılığı hesaplanır. Yöntem içerisinde olması gereken matris ile skala kontrolü de yapılmış olmaktadır. Skala kontrolü için olması gereken matris içeriğindeki her bir hücre içerisinde maksimum değer baz alınarak yorum yapılır. Bu değer skala değerinden büyükse skala genişliği yeniden düzenlenerek tekrar ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulması tavsiye edilir. Gerekli görüldüğünde de skala genişliği maksimum hücre değerinden daha büyük bir değer seçilmesi gerektiği sonucuna varırız. Toplam sapmanın $(n^2 - n)$ değerine bölünmesinin sebebi n^2 matris hücresinin olması ve n adet matris köşegen hücresinin bu sapma hesabında olmamasının uygun görüldüğü için (0 elde edilen hücreler) bu değerden çıkarılarak birim hücre sapması bulunmuş olur. İşlem adımları sırasıyla belirtilmiştir.

W ağırlık vektörü olmak üzere;

$$O \rightarrow a_i = \frac{W_i}{W}, i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, n \quad (70)$$

$$S_{ij} = \frac{|O_{ij} - A_{ij}|}{O_{ij}}, i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, n \quad (71)$$

$$S_{toplama} = \sum_{i=1, j=1}^n S_{ij} \quad (72)$$

$$YT = \frac{S_{toplama}}{[(skala) \times (n^2 - n)]} \quad (73)$$

Örnek:

A ikili karşılaştırma matrisi:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 6 & 4 \\ \frac{1}{6} & 1 & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{4} & 3 & 1 \end{bmatrix}$$

ve bu matrsten elde edilen ağırlık vektörü:

$$W = (0.333 \quad 0.042 \quad 0.1)^N \text{ ise;}$$

$$O \rightarrow a_i = \frac{W'_i}{W'}, i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, n$$

uygulanarak;

$$O = \begin{bmatrix} \left(\frac{0.333}{0.333}, \frac{0.042}{0.333}, \frac{0.1}{0.333} \right) \\ \left(\frac{0.333}{0.042}, \frac{0.042}{0.042}, \frac{0.1}{0.042} \right) \\ \left(\frac{0.333}{0.1}, \frac{0.042}{0.1}, \frac{0.1}{0.1} \right) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 7.929 & 3.33 \\ 0.126 & 1 & 0.42 \\ 0.3 & 2.381 & 1 \end{bmatrix}$$

olması gereken matris elde edilir. Daha sonra

$$S_{ij} = \frac{|O_{ij} - A_{ij}|}{O_{ij}}, i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, n$$

uygulanarak;

$$S = \begin{bmatrix} |1 - 1|/1 & |6 - 7.929|/7.929 & |4 - 3.33|/3.33 \\ \left| \frac{1}{6} - 0.126 \right|/0.126 & |1 - 1|/1 & \left| \frac{1}{3} - 0.42 \right|/0.42 \\ \left| \frac{1}{4} - 0.3 \right|/0.3 & |3 - 2.381|/2.381 & |1 - 1|/1 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} 0 & 0.243 & 0.201 \\ 0.325 & 0 & 0.207 \\ 0.167 & 0.26 & 0 \end{bmatrix}$$

elde edilir. Her bir hücre sapmalarının toplamı:

$$S_{toplam} = 1.404$$

Son olarak tutarlılık oranı skala ve matris büyüklüğü parametrelerine de bağlı olarak

$$YT = \frac{S_{toplam}}{[(skala)x(n^2 - n)]} = \frac{1.404}{9 \times 6} = 0.026$$

elde edilir.

9.2.2. Bulanık Yapı

Bulanık olmayan yapıda olduğu gibi aynı mantık ile işlemler sırasıyla uygulanır.

Adım 1:

$W = (l, m, u)$ ağırlık vektörü olmak üzere;

Adım 2:

$$\tilde{O} = \tilde{a}_{ij} = \left(\frac{l_i}{l_j}, \frac{m_i}{m_j}, \frac{u_i}{u_j} \right)^q, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (74)$$

Adım 3:

Önceki adımda bulunan hücre verileri O olması gereken matrisi oluşturmaktadır. İkili karşılaştırma matrisi ile O matrisi karşılıklı aynı noktada bulunan hücre verileri arasında her bir hücre için sapma miktarı elde edilerek S sapma matrisi oluşturulur. Sapma değerleri; hücre verileri arasındaki farkın mutlak değeri olması gereken değere bölünmesi ile elde edilmektedir.

$$\tilde{S}_{ij} = \frac{|\tilde{O}_{ij} - \tilde{A}_{ij}|}{\tilde{O}_{ij}}, i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, n \quad (75)$$

Adım 4:

$$\begin{aligned} \tilde{s}_{ij} &= (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij}) \\ \tilde{S}_{toplamlam} &= \sum_{i=1, j=1}^n s_{ij} = \left(\sum_{i=1, j=1}^n l_{ij}, \sum_{i=1, j=1}^n m_{ij}, \sum_{i=1, j=1}^n u_{ij} \right) \end{aligned} \quad (76)$$

Adım 5:

Toplam değerler için ise $(n^2 - n)$ veri sayımızın formülüdür yani n^2 matris hücre sayısından n köşegen veri sayısının farkıdır. Toplam matris değerini (skala x aktif veri sayısı) değerine bölerek matris tutarlılığını hesaplamış oluruz. 0.1 değerini sınır kabul eder isek tutarlılık oranının bu değeri aşmaması verilerin tutarlı olduğunu gösterecektir.

BT ;Yeni yöntemin bulanık tutarlılık oranını belirtmektedir.

$$BT = \frac{\tilde{S}_{toplamlam}}{[(skala)x(n^2 - n)]} \quad (77)$$

Tutarlılık oranı değeri elde edilirken bir skala başına görülen tutarlılık değeri elde edildiği düşünülmüştür. Bu değer skala başına 9 skalası için 0.1 sınır değeri iken 18 skalası için 0.05 olacaktır. Tercih edilen s genişliği değerine bölüm konusunda farklı s genişlikleri için farklı sonuçlar elde edileceği açıktır, bu nedenle s genişliği değerine 9 verildiğinde 0.1 tutarlılık sınırı uygun görülmekteyse, s değeri 90 olduğu zaman bu sınır 0.01 uygun görülebilir. Tutarlılık karşılaştırmaları yapılırken de aynı s değeri üzerinden karşılaştırmalar yapmalı, eğer farklı s değerleri söz konusu ise hesaplamalar içerisinde sadece bir s değeri ortak alınarak işlemler yapılması ile elde edilen sonuçlar üzerine tutarlılık yorumu yapmak uygun olacaktır. Uygulama içerisinde 0.1 tutarlılık sınırı kullanıldığı için bu değere uygun veriler elde edilmeye çalışılmıştır.

Skala Kontrolü:

Yeni yöntem içerisinde hangi hücrede tutarlılığın ne kadar sağlandığını gözlemleyebiliyoruz, bu sayede o hücre işlemi üzerinde kontroller yapabilmeye şansımız oluşmaktadır. Bunun yanı sıra önceki tutarlılık kontrolü uygulamalarında geçmeyen skala kontrolü de sağlanabilmektedir. Eğer skala genişliğimiz ikili karşılaştırmalarımızı kolaylıkla yapabilecek genişlikte değilse ikili karşılaştırma değerlerinin karar vericilerin düşündüğü seviyede aktaramaması sonucuyla değerlendirme düşüncelerinin etkili şekilde temsil edilememesi ile yeterliliği azalmış bir veri meydana gelebilir. Bu durum üzerinde düzenlemelere gerek duyulur ise yöntemde tavsiye edilen skala değeri ve üstü kullanılarak ikili karşılaştırmalar yenilenebilir.

9.3. YÖNTEMDEN BAĞIMSIZ YENİ TUTARLILIK HESAPLAMA ÖNERİSİ

Önerilen yöntem için ağırlık vektörüne ihtiyaç duyulmamaktadır. Bunun sonucunda öncelikli olarak ve diğer işlemlerden bağımsız bir şekilde tutarlılık hesabı yapılabilir. Yöntem önerisi kısaca köşegen üzerinde bulunan $a_{ij}, i = j$ hücrelerinin bir alt ve bir üst yani $a_{ij}; i = j, i \neq 1, j \neq 1$ hücrelerinin $a_{(i-1)j}$ ve $a_{i(j-1)}$ ($i, j = 2, \dots, n$) verileri ile $a_{ij}, i = j$ verileri dışında kalan tüm elemanların olmadığı bir yarı boş matris oluşturulur. Bu matris üzerinde olan veriler yardımıyla boş olan yerlere olması gereken veriler yerleştirilir. Bu veriler elde edilirken çapraz sıradaki tüm verilerin çarpım sonucu köşegen değerine eşit kabul edeceğiz. Gerçek veriler ile olması gereken veriler arasındaki fark değeri olması gereken değerlere bölünür. Elde edilen tüm sonuçlar toplanır, $n \times n$ matris için $k = nxn - (3n - 2)$ değerine bölünür. Daha sonra da seçilen tercih genişliği s (uygulamada 1' den 9' a kadar sayılar, yani 9 tercih genişliği kullanılmıştır) değerine bölünür. Elde edilecek sonuç tutarsızlık değerini göstermektedir. 9 genişlik değeri karşılığında yeterli ve gerekli gördüğümüz tutarlılık oranı seçimine göre yorumlar yapılır. Ayrıca olması gereken matris hücre değerlerinin maksimum değeri karşılaştırma yapılan skala genişliğinden büyük ise gerekli görüldüğünde skala 1 ile maksimum değer genişliğinde alınarak yeniden ikili

karşılaştırmalar yapılabilir. Bu sayede karar verici için yeterli genişliğe sahip bir tercih alanı oluşturularak daha etkin veri aktarımı sağlanabilir.

Tutarlılık oranı değeri elde edilirken bir skala başına görülen tutarlılık değeri elde edildiği düşünülmüştür. Bu değer skala başına 9 skalası için 0.1 sınır değeri iken 18 skalası için 0.05 olacaktır. Tercih edilen s genişliği değerine bölüm konusunda farklı s genişlikleri için farklı sonuçlar elde edilebilir.

Örnek:

.O – olması gereken matrisi, S-hesaplama sonucu elde edilen matrisi ve ilgili kriterin ilk harfi ile de o kriterin ikili karşılaştırma matrisini belirtmektedir..

Kalite alt kriterlerinin bulanık ikili karşılaştırma verilerinin Liou ve Wang yöntemi ile elde edilen matris aşağıdadır.

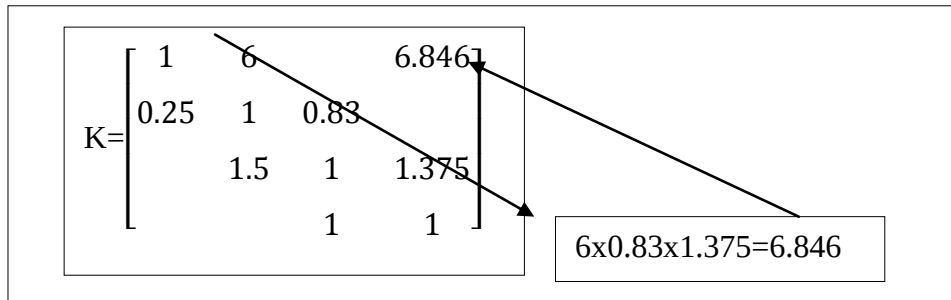
$$K = \begin{bmatrix} 1 & 6 & 2.75 & 4.5 \\ 0.25 & 1 & 0.83 & 1 \\ 0.375 & 1.5 & 1 & 1.375 \\ 0.225 & 1.375 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

İlk işlem olarak matrisimizin satır ve sütun sayıları eşit olan köşegen verileri komşuları dışında kalan alanları boşaltıyoruz.

$$K = \begin{bmatrix} 1 & 6 & & \\ 0.25 & 1 & 0.83 & \\ & 1.5 & 1 & 1.375 \\ & & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

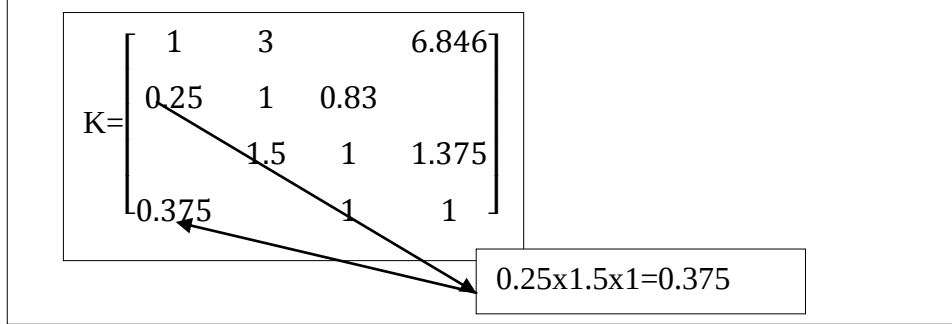
Boş alanları doldurmaya 1. satır 4. sütun hücresinden başlıyoruz. Çapraz sıradaki tüm verilerin çarpım sonucu köşe değerine eşitlenir kuralını uyguluyoruz. Yani, bu hücre değerinin olması gereken değeri $6 \times 0.83 \times 1.375 = 6.846$ ’ dir.

Şekil 21: Yeni Tutarlılık Hesaplama İşlemi Örneği Üst Bölge



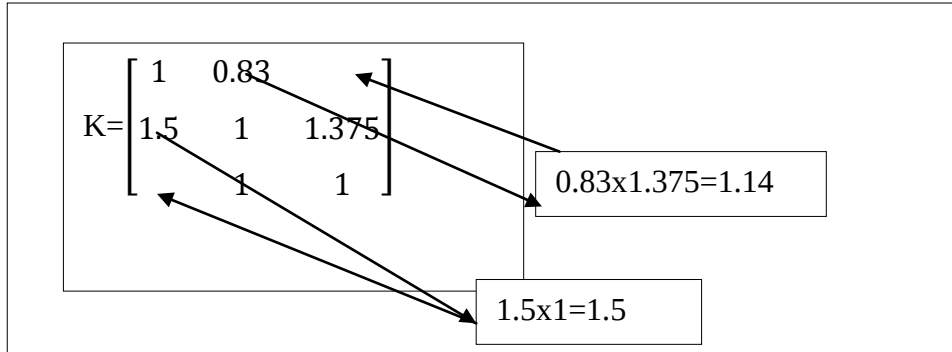
1. sütun 4. satır verisi için çapraz sıradaki tüm verilerin çarpım sonucu köşe değerine eşitlenir kuralını uyguluyoruz. yani, bu hücre değerinin olması gereken değer $0.35 \times 1.5 \times 1 = 0.525$ değerini elde ediyoruz.

Şekil 22: Yeni Tutarlılık Hesaplama İşlemi Örneği Alt Bölge



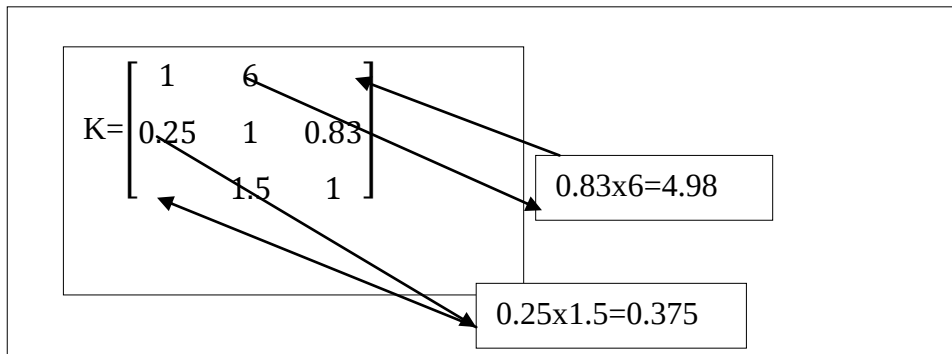
1. Satır ve 1. Sütunun olmadığını düşünerek işleme devam ediyoruz.

Şekil 23: Yeni Tutarlılık Hesaplama İşlemi Örneği 1. Satır ve 1. Sütun Dışı



4. satır ve 4. Sütunun olmadığını düşünerek işleme devam ediyoruz.

Şekil 24: Yeni Tutarlılık Hesaplama İşlemi Örneği 4. Satır ve 4. Sütun Dışı



Olması gereken-ideal matrisimiz aşağıda belirtildiği üzere meydana gelmiş oldu:

$$O = \begin{bmatrix} 1 & 6 & 4.98 & 6.846 \\ 0.25 & 1 & 0.83 & 1.14 \\ 0.375 & 1.5 & 1 & 1.375 \\ 0.375 & 1.5 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Daha sonra elde edilen olması gereken matrisimiz ile K tutarlılığı ölçülecek matris üzerinde her bir eş konumda olan hücrelerin farkı alınır, çıkan sonucun mutlak değeri olması gereken matris hücre değerine bölünür.

Örneğin 1. Satır 3. Sütun verisi O matrisi için 4.98 ve K matrisi için 2.75’ dir.Farkı 4.98-2.75=2.23’ dir. Olması gereken değerimiz 4.98 olduğu için 2.23/4.98=0.448 elde edilir. Bu işlemler sonucunda elde edilen matrisimiz:

$$S = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0.448 & 0.343 \\ 0 & 0 & 0 & 0.122 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.4 & 0.083 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Bu matrisin içeriğini inceleyerek hangi alanlarda hangi derecelerde tutarsız durumlar oluştuğunu görebiliyoruz. Örneğin en tutarsız alanımız 0.447 değeri ile k1-k3 ikili karşılaştırma değeridir ve gerekli görüldüğünde bu alanlar gözden geçirilebilir.

Elde edilen fark değerlerinin tümü toplanır.

$$0.448+0.343+0 +0.122++0+0.4+0.083=1.396.$$

Toplam değer 4x4 matris için 4x4=16 hücreden köşegen ve komşu değerleri hep 0 elde edileceği için (3+3+4=10) 16-10=6’ ya bölünerek(n= 4 için k=nxn-(3n-2)) hücre başına düşen sapma bulunur.1.396/16=0.0873 elde edilir.

1-9 skalası kullandığımız için s=9;

$$0.0873 /9=0.0097 \text{ elde edilir.}$$

9.4. YENİ DURULAŞTIRMA YÖNTEMİ

Önerilen yöntem üçgensel bulanık sayılar dışında herhangi bir bulanık sayı üzerinde de uyarlanabilir. Önerilen durulaştırma yöntemi sonuçları ile bulanık sayılar

sıralama , karşılaştırma gibi işlemlerde kullanılabilir. Kesin sonuçlar elde edilmektedir.

Durulaştırma işlem sonucunda elde ettiğimiz değeri s simgesi ile belirtilmektedir. Yöntemin işleyişi şu şekildedir:

1. İşlem yapılacak bulanık sayı verilerinin tamsayı olmasını sağlayacak biçimde ondalıkları kaldıracak miktarda minimum sayıda 10 ile çarpılır. Örneğin (0.001,0.04,0.2) bulanık sayısı 1000 ile çarpılarak (1,40,200) şekline dönüştürülür. Bu dönüştürmede çarpılan 10' un üzeri değer tüm bulanık sayılarda aynı kullanılır. Örneğin (0.001,0.04,0.2) ve (0.1,0.4,0.6) bulanık sayıları için çarpım değeri 1000' dir. Eğer çarpım değeri minimum seçilmez ise her fazla 10 çarpım için elde etmek istenilen sonuçtan uzaklaşmış oluruz.

2.Tamsayılardan oluşan bulanık sayının üyelik fonksiyonu üzerinde seçilen bir noktanın(k) sağ bölge alanı(integrali) bulunur.

3. İşlem yapılacak bulanık sayının üyelik fonksiyonu üzerinde seçilen aynı noktanın(k) sol bölge alanı (integrali) bulunur.

4. Sağ bölge alanı ile sol bölge alanı değerlerinin farkı alınır.

5. Elde edilen fark mutlak değerinin karekökü alınır.

6 .Eğer sağ bölge alanı ile sol bölge alanı farkı pozitifse seçilen nokta değeri ile toplanır, negatifse seçilen nokta değerinden çıkartılır.

7. Elde edilen sonuç 1. adımda yapılan işlemi geri almak amacıyla çarpılmış 10 üzeri değere bölünür. (Oran ve normalizasyon işlemi için bu adım atlanabilir.)

Sağ bölge alanı R ile ve sol bölge alanı L ile gösterilsin.

Eğer $R > L$ ise:

$$s = k + \sqrt{(R - L)} \quad (78)$$

Eğer $R < L$ ise:

$$s = k - \sqrt{(L - R)} \quad (79)$$

Eğer $R = L$ ise:

$$s = k$$

Uygulama içerisinde kullanıma yönelik olarak özelleştirirsek:

$\tilde{a}$ bulanık sayısı $\tilde{a} = (l, m, u)$ şeklinde belirtilsin.

Uygulama içerisinde üçgensel bulanık sayı yapısı gereği şu şekildedir:

İşlem yapılacak bulanık sayının üyelik fonksiyonu üzerinde seçilen nokta olarak işlem kolaylığı ve elde edilecek verilerin uygunluğu açısından m değerini seçelim. m değeri için üyelik fonksiyonu karşılığı 1' dir ve h değerine eşittir.

Sağ bölge alanı(R): $(u - m)1/2$ Sol bölge alanı(L): $(m - l)1/2$

$$R - L = \frac{(u - m)}{2} - \frac{(m - l)}{2} = \frac{u - 2m + l}{2} = \frac{u + l}{2} - m \quad (80)$$

$$\sqrt{|R - L|} = \sqrt{\left| \frac{(u - m)}{2} - \frac{(m - l)}{2} \right|} = \sqrt{\left| \frac{u - 2m + l}{2} \right|} = \sqrt{\left| \frac{u + l}{2} - m \right|} \quad (81)$$

Eğer $R > L$ ise:

$$s = m + \sqrt{(R - L)} = m + \sqrt{\left| \frac{u + l}{2} - m \right|} \quad (82)$$

Eğer $R < L$ ise:

$$s = m - \sqrt{(L - R)} = m - \sqrt{\left| \frac{u + l}{2} - m \right|} \quad (83)$$

Eğer $R = L$ ise: $s = m$.

Bulunan s tamsayı değeri eğer ilk aşamadaki veriler ondalık değerde ise aynı ondalık derecesine çevrilir. (k seçilen nokta m yerine u seçilseydi sağ alan 0 sol alan ise bütün alan değeri, l seçilseydi sol alan 0, sağ alan bütün alan değeri olacaktır. h yüksekliği aynı olduğu için yine iki durumda 1 değeri kullanılır, diğer durumlarda üyelik fonksiyonu üzerinde seçilen noktaya bağlı olarak 0 ile 1 arasında rasyonel değerler alabilir. Ayrıca k noktasının tüm karşılaştırılacak veya sıralanacak bulanık sayılar için aynı değerin seçilmesi gerekmektedir çünkü k noktası referans alınarak bir değer elde edilmektedir, aksi takdirde hatalı sonuçlar elde ederiz.)

Örnek:

$k = (0.07, 0.09, 0.11)$ bulanık sayısı verileri ondalık değerler içerdiği için bu durumu değerinin 100 ile çarpımı $(7, 9, 11)$ yapılır. ($l = 7, m = 9, u = 11$)

$$R - L = \frac{u + l}{2} - m = (7 + 11)/2 - 9 = 1$$

$$s' = m - \sqrt{(L - R)} = 9 + \sqrt{1} = 10$$

İlk işlem olarak yapılan 100 ile çarpma işlemi geri alınır.

$$s = \frac{s'}{100} = 0.10$$

ONUNCU BÖLÜM

UYGULAMA

Çalışmamızın bu kısmında İstanbul ilinde faaliyet gösteren ve kimya sektöründe çalışan bir firma tedarikçileri için tedarikçi performans değerlendirme süreci ele alınmaktadır.

Çalışmada tedarikçi performans değerlendirme uygulaması çok kriterli karar verme problemi olarak AHP ve Bulanık AHP yöntemleri çözülecektir. Daha sonra yeni yöntem önerileri tanıtılacak ve uygulamaya konularak analiz edilecektir. Problemin çözümlerinde öncelikle kriter ağırlıkları değerlendirilecektir, sonrasında tedarikçi seçimleri ile beraber analizi yapılarak yüzde dağılım ağırlıklarıyla beraber performans değerlendirme sıralaması yapılacaktır.

10.1. TEDARİKÇİ PERFORMANS DEĞERLENDİRME KRİTERLERİNİN BELİRLENMESİ

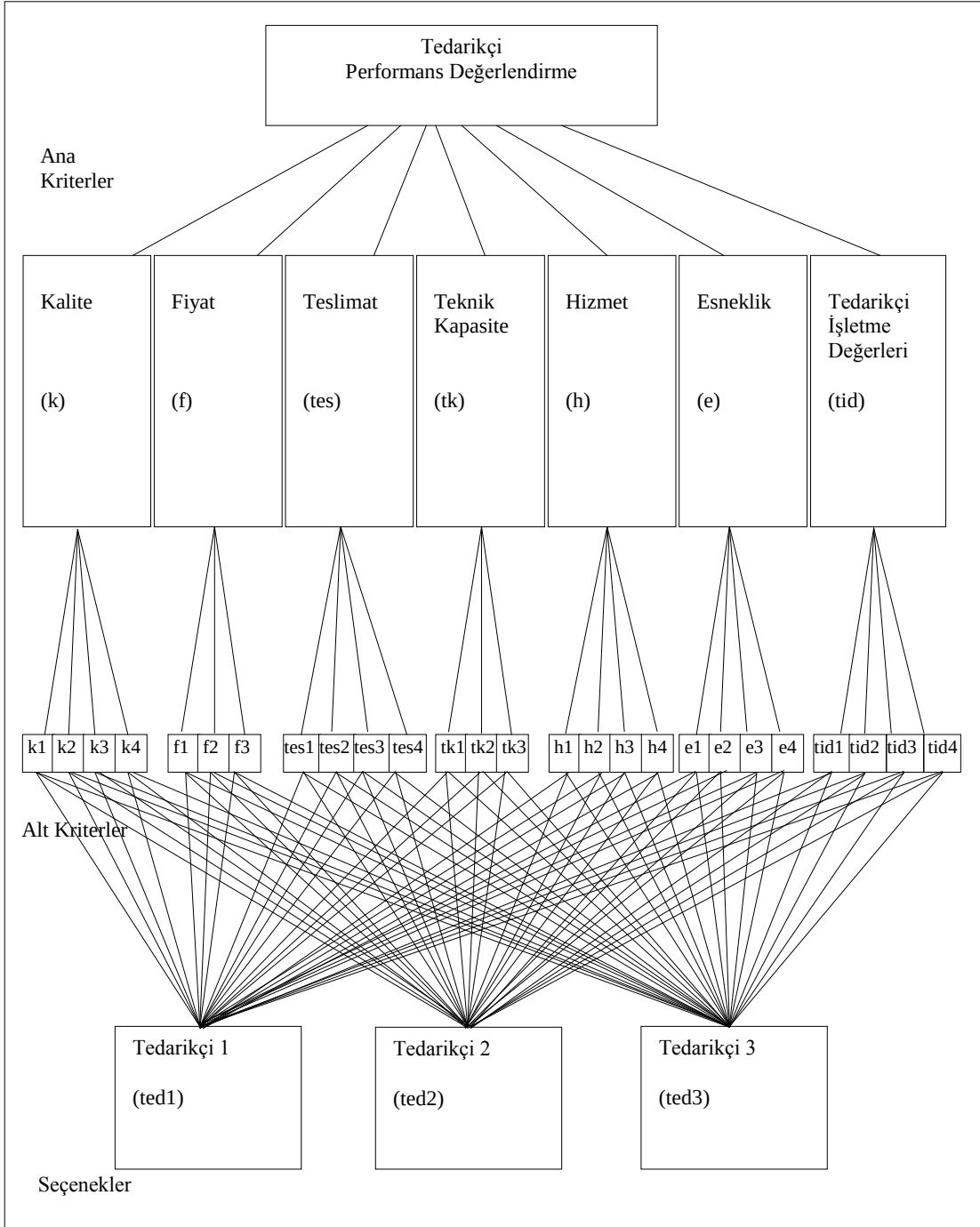
İşletme gereksinimleri, sektör araştırmalarının değerlendirilmeleri, ve literatür taramaları ile beraber muhtemel uygun tedarikçi performans değerlendirme kriterleri firma yetkilileri ile görüşülerek tedarik zinciri yönetimi yapısı göz önüne alınarak ana kriterler ve alt kriterler belirlenmiştir.

Ana kriterler olarak; kalite, fiyat, teslimat, teknik kapasite, hizmet, esneklik ve tedarikçi işletme değerleri olarak belirlenmiştir. Belirtilen tüm ana kriterler, alt kriterler ve tedarikçi kodlamaları ek 1 üzerinde gösterilmiştir.

Kalite alt kriterleri; tedarikçi ürün kalitesi, üretici kalite beklentisinin karşılanma düzeyi, iade ürünlerin yüzdesi, ambalajlama kalitesi ve diğer unsurlardan oluşmaktadır. Fiyat alt kriterleri; net-fiyat düzeyi, alım miktarına göre tavırlar ve ödeme-vade farkında uygunluk kriterleridir. Teslimat alt kriterleri; zamanında, güvenilir, doğru miktarda teslimat ve teslimat takibi-belgelendirilmesi kriterleridir. Teknik kapasite alt kriterleri; ar-ge kabiliyeti, teknik bilgi ve teknik ekipman yeterliliği kriterleridir. Hizmet alt kriterleri; satış sonrası destek, iletişim kolaylığı, taşıma hizmetleri ve garantisi, ilgi düzeyi ve şikayetlerin dinlenilmesi, sorun çözme yeteneği kriterleridir. Esneklik alt kriterleri; istenilen miktarda, istenilen çeşitlerde

ürün, acil ürün isteğine karşılık verme, üründe istenilen değişimleri karşılayabilmesi kriterleridir. Tedarikçi işletme değerleri alt kriterleri; çevre-sağlık-güvenlik-sosyal sorumluluk politikaları gelişimleri, deneyim-altyapı-finansal düzey-referans ve sertifikalar üzerine geliştirmeler, uzun dönemli güvenilir işbirliği yapılabilirlik performansı, müşteri ortak hareket yeteneği ve bilgi paylaşımı kriterleridir.

Şekil 25: Problemin Hiyerarşik Yapısı



10.2. VERİLERİN AKTARILMASI

Uygulamanın gerçekleştirilebilmesi için öncelikle karar vericiler üzerinde yapılan soru cevap çalışması ile elde edilen veriler tablolara aktarılmıştır. Soruların ikili karşılaştırma bölümleri 4 adet karar verici tarafından bağımsız olarak cevaplanmıştır. Karar Vericiler için ikili karşılaştırma verilerinin tablolara aktarımları yapılmıştır. Verilerin aktarımında önceki kısımda belirlenen kod karşılıkları kullanılmıştır. Hücre verileri için sırasıyla veriler (karar verici 1)- (karar verici 2)- (karar verici 3)- (karar verici 4) formatıyla tablolara işlenmiştir.

Örneğin; tedarikçi performans değerlendirme amacına yönelik ana kriterlerin dört adet karar verici tarafından oluşturulan değerlendirme verileri: k-Kalite, f-Fiyat, tes-Teslimat, tk-Teknik kapasite, h-Hizmet, e-Esneklik ve tid-Tedarikçi işletme değerleri olmak üzere ve sırasıyla veriler (karar verici 1) - (karar verici 2) - (karar verici 3) - (karar verici 4) formatıyla tablo hücrelerine girilmiştir.

Tablo 11: Ana Kriterlerin Değerlendirmeleri

	k	f	tes	tk	h	e	tid
k	1- 1- 1-1	2- 2- 1/2- 2	1/2- 3- 2- 3	4- 6- 7- 6	3- 5- 5- 5	1/2- 4- 3- 4	9- 9- 8- 8
f	1/2- 1/2- 2- 1/2	1- 1- 1- 1	1/2- 1- 3- 2	3- 5- 5- 5	2- 3- 4- 4	1/2- 2- 4- 3	9- 9- 8- 8
tes	2- 1/3- 1/2- 1/3	2- 1- 1/3- 1/2	1- 1- 1- 1	6- 3- 3- 4	5- 2- 4- 3	1- 2- 2- 2	9- 8- 7- 7
tk	1/4- 1/6- 1/7- 1/6	1/3- 1/5- 1/5- 1/5	1/6- 1/3- 1/3- 1/4	1- 1- 1- 1	1/2- 1/2- 2- 1/3	1/4- 1/3- 1/2- 1/3	8- 7- 7- 6
h	1/3- 1/5- 1/5- 1/5	1/2- 1/3- 1/4- 1/4	1/5- 1/2- 1/4- 1/3	2- 2- 1/2- 3	1- 1- 1- 1	1/3- 1/2- 1/3- 1/2	8- 8- 7- 6
e	2- 1/4- 1/3- 1/4	2- 1/2- 1/4- 1/3	1- 1/2- 1/2- 1/2	4- 3- 2- 3	3- 2- 3- 2	1- 1- 1- 1	7- 8- 7- 5
tid	1/9- 1/9- 1/8- 1/8	1/9- 1/9- 1/8- 1/8	1/9- 1/8- 1/7- 1/7	1/8- 1/7- 1/7- 1/6	1/8- 1/8- 1/7- 1/6	1/7- 1/8- 1/7- 1/5	1- 1- 1- 1

Tablo 12: Kalite Alt Kriterleri Değerlendirmeleri

	k1	k2	k3	k4
k1	1- 1- 1- 1	4- 3- 3- 2	2- 3- 3- 3	4- 5- 5- 4
k2	1/4- 1/3- 1/3- 1/2	1- 1- 1- 1	1/3- 1- 1- 1	1/2- 1/2- 1-2
k3	1/2- 1/3- 1/3- 1/3	3- 1- 1- 1	1- 1- 1- 1	2- 1/2- 1- 2
k4	1/4- 1/5- 1/5- 1/4	2- 2- 1- 1/2	1/2- 2- 1- 1/2	1- 1- 1- 1

Tablo 13: Fiyat Alt Kriterleri Değerlendirmeleri

	f1	f2	f3
f1	1- 1- 1- 1	6- 5- 5- 5	4- 3- 3- 3
f2	1/6- 1/5- 1/5- 1/5	1- 1- 1- 1	1/3- 1/3- 1/4- 1/3
f3	1/4- 1/3- 1/3- 1/3	3- 3- 4- 3	1- 1- 1- 1

Tablo 14: Teslimat Alt Kriterleri Değerlendirmeleri

	tes1	tes2	tes3	tes4
tes1	1- 1- 1- 1	1- 1- 1- 1/3	1- 1- 1- 1/3	3- 2- 1- 2
tes2	1- 1- 1- 3	1- 1- 1- 1	1- 1- 1- 1	3- 2- 1- 3
tes3	1- 1- 1- 3	1- 1- 1- 1	1- 1- 1- 1	3- 2- 1- 3
tes4	1/3- 1/2- 1- 1/2	1/3- 1/2- 1- 1/3	1/3- 1/2- 1- 1/3	1- 1- 1- 1

Tablo 15: Teknik Kapasite Alt Kriterleri Değerlendirmeleri

	tk1	tk2	tk3
tk1	1- 1- 1- 1	1- 1- 1- 1	1- 4- 4- 3
tk2	1- 1- 1- 1	1- 1- 1- 1	1- 3- 5- 4
tk3	1- 1/4- 1/4- 1/3	1- 1/3- 1/5- 1/4	1- 1- 1- 1

Tablo 16: Hizmet Alt Kriterleri Değerlendirmeleri

	h1	h2	h3	h4
h1	1- 1- 1- 1	3- 3- 3- 3	1/4- 1/4- 1/3- 1/3	1/3- 1/4- 1/3- 1/3
h2	1/3- 1/3- 1/3- 1/3	1- 1- 1- 1	1/5- 1/4- 1/3- 1/3	1/4- 1/4- 1/3- 1/3
h3	4- 4- 3- 3	5- 4- 3- 3	1- 1- 1- 1	3- 2- 1- 1
h4	3- 4- 3- 3	4- 4- 3- 3	1/3- 1/2- 1- 1	1- 1- 1- 1

Tablo 17: Esneklik Alt Kriterleri Değerlendirmeleri

	e1	e2	e3	e4
e1	1- 1- 1- 1	5- 3- 3- 3	2- 1- 1- 1	7- 5- 4- 4
e2	1/5- 1/3- 1/3- 1/3	1- 1- 1- 1	1/3- 1/3- 1/3- 1/2	2- 3- 3- 2
e3	1/2- 1- 1- 1	3- 3- 3- 2	1- 1- 1- 1	4- 5- 4- 4
e4	1/7- 1/5- 1/4- 1/4	1/2- 1/3- 1/3- 1/2	1/4- 1/5- 1/4- 1/4	1- 1- 1- 1

Tablo 18: Tedarikçi İşletme Değerleri Alt Kriterleri Değerlendirmeleri

	tid1	tid2	tid3	tid4
tid1	1- 1- 1- 1	1/2- 1/2- 1/2- 1/2	3- 3- 3- 2	2- 2- 2- 1/3
tid2	2- 2- 2- 2	1- 1- 1- 1	4- 3- 3- 3	3- 2- 2- 1/2
tid3	1/3- 1/3- 1/3- 1/2	1/4- 1/3- 1/3- 1/3	1- 1- 1- 1	1/3- 1/2- 1/2- 1/4
tid4	1/2- 1/2- 1/2- 3	1/3- 1/2- 1/2- 2	3- 2- 2- 4	1- 1- 1- 1

Tedarikçi performans değerlendirme amacına yönelik tedarikçilerin değerlendirmelerinin aktarıldığı tablolar aşağıda belirtilmektedir (tablo 21' den tablo 27' ye kadar olan tablolar):

Tablo 19: Tedarikçiler ve Kalite Değerlendirmeleri

	k1	k2	k3	k4
ted1	7	8	7	7
ted2	7	9	9	8
ted3	8	8	7	5

Tablo 20: Tedarikçiler ve Fiyat Değerlendirmeleri

	f1	f2	f3
ted1	8	7	4
ted2	8	7	6
ted3	7	6	7

Tablo 21: Tedarikçiler ve Teslimat Değerlendirmeleri

	tes1	tes2	tes3	tes4
ted1	7	8	8	5
ted2	8	8	7	6
ted3	6	8	8	8

Tablo 22: Tedarikçiler ve Teknik Kapasite Değerlendirmeleri

	tk1	tk2	tk3
ted1	6	5	7
ted2	7	7	6
ted3	5	6	7

Tablo 23: Tedarikçiler ve Hizmet Değerlendirmeleri

	h1	h2	h3	h4
ted1	6	7	7	7
ted2	8	8	9	9
ted3	6	7	8	6

Tablo 24: Tedarikçiler ve Esneklik Değerlendirmeleri

	e1	e2	e3	e4
ted1	8	9	7	5
ted2	8	9	8	5
ted3	8	7	6	5

Tablo 25: Tedarikçiler ve Tedarikçi İşletme Değerleri Değerlendirmeleri

	tid1	tid2	tid3	tid4
ted1	2	5	2	2
ted2	2	7	3	3
ted3	2	6	2	2

10.3. AHP UYGULAMASI

Tutarlılık ölçümleri her karar verici verisi üzerinde ilgili veri gruplarında ayrı ayrı yapıldığında tam anlamlı bir sonuç verecektir.

Tablo 26: Tutarlılık Oranları (AHP)

	Ana kriter- ler	k	f	tes	tk	h	e	tid
Karar verici 1	0.054	0.017	0.056	0	0	0.066	0.08	0.032
Karar verici 2	0.048	0.068	0.04	0.08	0.01	0.079	0.016	0.026
Karar verici 3	0.076	0.012	0.089	0	0.06	0.057	0.031	0.026
Karar verici 4	0.06	0.08	0.04	0.022	0.01	0.057	0.08	0.01
Ortalama	0.06	0.044	0.056	0.026	0.02	0.065	0.052	0.03

Tablo 27: Ana Kriter Ağırlıkları (AHP)

	k	f	tes	tk	h	e	tid
Karar verici 1	0.184	0.134	0.282	0.06	0.083	0.239	0.018
Karar verici 2	0.359	0.2	0.163	0.057	0.084	0.118	0.018
Karar verici 3	0.272	0.326	0.15	0.07	0.058	0.106	0.02
Karar verici 4	0.346	0.239	0.16	0.052	0.08	0.103	0.021
Ortalama	0.29	0.225	0.189	0.06	0.076	0.142	0.019

Tablo 28: Kalite Ağırlıkları (AHP)

	k1	k2	k3	k4
Karar verici 1	0.491	0.094	0.269	0.146
Karar verici 2	0.548	0.128	0.128	0.195
Karar verici 3	0.544	0.158	0.158	0.14
Karar verici 4	0.48	0.216	0.196	0.108
Ortalama	0.516	0.149	0.188	0.147

Tablo 29: Fiyat Ağırlıkları (AHP)

	f1	f2	f3
Karar verici 1	0.691	0.091	0.218
Karar verici 2	0.637	0.105	0.258
Karar verici 3	0.627	0.094	0.28
Karar verici 4	0.637	0.105	0.258
Ortalama	0.648	0.099	0.254

Tablo 30: Teslimat Ağırlıkları (AHP)

	tes1	tes2	tes3	tes4
Karar verici 1	0.3	0.3	0.3	0.1
Karar verici 2	0.312	0.28	0.28	0.127
Karar verici 3	0.25	0.25	0.25	0.25
Karar verici 4	0.15	0.372	0.372	0.106
Ortalama	0.253	0.301	0.301	0.146

Tablo 31: Teknik Kapasite Ağırlıkları (AHP)

	tk1	tk2	tk3
Karar verici 1	0.333	0.333	0.333
Karar verici 2	0.458	0.416	0.126
Karar verici 3	0.433	0.466	0.1
Karar verici 4	0.416	0.458	0.126
Ortalama	0.41	0.418	0.171

Tablo 32: Hizmet Ağırlıkları (AHP)

	h1	h2	h3	h4
Karar verici 1	0.134	0.068	0.529	0.268
Karar verici 2	0.132	0.075	0.463	0.33
Karar verici 3	0.169	0.096	0.368	0.368
Karar verici 4	0.169	0.096	0.368	0.368
Ortalama	0.151	0.084	0.432	0.334

Tablo 33: Esneklik Ağırlıkları (AHP)

	e1	e2	e3	e4
Karar verici 1	0.532	0.112	0.288	0.068
Karar verici 2	0.39	0.152	0.39	0.068
Karar verici 3	0.381	0.159	0.381	0.079
Karar verici 4	0.395	0.161	0.355	0.089
Ortalama	0.425	0.146	0.354	0.076

Tablo 34: Tedarikçi İşletme Değerleri Ağırlıkları (AHP)

	tid1	tid2	tid3	tid4
Karar verici 1	0.274	0.462	0.086	0.178
Karar verici 2	0.293	0.415	0.107	0.185
Karar verici 3	0.293	0.415	0.107	0.185
Karar verici 4	0.16	0.277	0.095	0.467
Ortalama	0.255	0.392	0.099	0.254

AHP değerleri web üzerinden 'http://bpmsg.com/academic/ahp_calc.php' sitesi aracılığı ile elde edilmiştir.

Her tabloda dört karar verici değerleri için sonuçlar ayrı ayrı elde edilmiştir. Bu her bir karar verici için elde edilen değerler uygulamanın ileriki kısımlarında karşılaştırma amaçlı kullanılacaktır. Ayrıca dört karar verici için elde edilen değerlerin ortalaması tabloların en alt satırları üzerinde belirtilmektedir. Değerlendirmelerde karar vericilerden elde edilen ağırlık değerlerinin ortalama sonuçları kullanılmıştır.

Tablo 35: Kalite Değerlendirmeleri (AHP)

	w_{k1}	w_{k2}	w_{k3}	w_{k4}		
w_{ki}	0.516	0.149	0.188	0.147		
ted/k	k1	k2	k3	k4	Toplam Ağırlık Vektörü	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	7	8	7	7	7.149	0.32
ted2	7	9	9	8	7.821	0.35
ted3	8	8	7	5	7.371	0.33

Tablo 36: Fiyat Değerlendirmeleri (AHP)

	w_{f1}	w_{f2}	w_{f3}		
w_{fi}	0.648	0.099	0.254		
ted/f	f1	f2	f3	Toplam Ağırlık Vektörü	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	8	7	4	6.893	0.322
ted2	8	7	6	7.401	0.349
ted3	7	6	7	6.908	0.326

Tablo 37: Teslimat Değerlendirmeleri (AHP)

	w_{tes1}	w_{tes2}	w_{tes3}	w_{tes4}		
w_{tesi}	0.253	0.301	0.301	0.146		
ted/tes	tes1	tes2	tes3	tes4	Toplam Ağırlık Vektörü	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	7	8	8	5	7.317	0.329
ted2	8	8	7	6	7.415	0.334
ted3	6	8	8	8	7.502	0.337

Tablo 38: Teknik Kapasite Değerlendirmeleri (AHP)

	w_{tk1}	w_{tk2}	w_{tk3}		
w_{tki}	0.41	0.418	0.171		
ted/tk	tk1	tk2	tk3	Toplam Ağırlık Vektörü	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	6	5	7	5.747	0.314
ted2	7	7	6	6.822	0.372
ted3	5	6	7	5.755	0.314

Tablo 39: Hizmet Değerlendirmeleri (AHP)

	w_{h1}	w_{h2}	w_{h3}	w_{h4}		
w_{hi}	0.151	0.084	0.432	0.334		
ted/h	h1	h2	h3	h4	Toplam Ağırlık Vektörü	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	6	7	7	7	6.856	0.304
ted2	8	8	9	9	8.774	0.389
ted3	6	7	8	6	6.954	0.308

Tablo 40: Esneklik Değerlendirmeleri (AHP)

	w_{e1}	w_{e2}	w_{e3}	w_{e4}		
w_{ei}	0.425	0.146	0.354	0.076		
ted/e	e1	e2	e3	e4	Toplam Ağırlık Vektörü	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	8	9	7	5	7.572	0.338
ted2	8	9	8	5	7.926	0.353
ted3	8	7	6	5	6.926	0.309

Tablo 41: Tedarikçi İşletme Değerleri Değerlendirmeleri (AHP)

	w_{tid1}	w_{tid2}	w_{tid3}	w_{tid4}		
w_{tidi}	0.255	0.392	0.099	0.254		
ted/tid	tid1	tid2	tid3	tid4	Toplam Ağırlık Vektörü	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	2	5	2	2	3.176	0.287
ted2	2	7	3	3	4.313	0.39
ted3	2	6	2	2	3.568	0.323

Tablo 42: Genel Performans Değerlendirmeleri: (AHP)

	w_k	w_f	w_{tes}	w_{tk}	w_h	w_e	w_{tid}	
w_i	0.29	0.225	0.189	0.06	0.076	0.142	0.019	
ted/ kriter	k	f	tes	tk	h	e	tid	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	0.32	0.322	0.329	0.314	0.304	0.338	0.287	0.323
ted2	0.35	0.349	0.334	0.372	0.389	0.353	0.39	0.352
ted3	0.33	0.326	0.337	0.314	0.308	0.309	0.323	0.325

10.4. VERİLERİN ÜÇGENSEL BULANIK SAYILAR İLE TEMSİL EDİLMESİ

Genel olarak uygulamalarda, konu içerisinde de belirtilen Saaty'nin önem ölçeği kullanılmış olup, bu uygulamada çoklu karar verici görüşünün bağımsız olarak tespit edilmesi tercih edildiğinden dolayı daha doğal bir tarzda ve Saaty'nin standart ölçeği kullanılmadan üçgensel bulanık sayı değerleri oluşturulacaktır.

Bulanık AHP yöntemini uygulayabilmek için yönteme uygun bir yapıya dönüştürülmesi gerekmektedir. Önceki kısımda tablolara yerleştirilen verilerde her bir hücre içerisinde 4 adet sayısal değer içermektedir. Uygulamamızda bu 4 veriyi üçgensel bulanık sayı formatında temsil edilecektir. Her bir hücre verisini üçgensel

bulanık sayıya çevrilmesinde hücre değerleri içerisinde en küçük ve en büyük veri tespit edilmiş ve kalan verilerin aritmetik ortalaması alınmıştır. Üçgensel bulanık sayı formatını $\tilde{\alpha} = (l, m, n)$ olarak kabul edersek, üçgensel bulanık sayı çevriminde en küçük değeri l , en büyük değeri n ve bu iki değer dışında kalan iki sayının ortalama değeri de m olarak alınmaktadır.

Ters alma işlemleri esnasında (k satırı tes sütunu verisi) bulanık $(1/2, 5/2, 3)$ sayısının tersi normal bulanık tersi alma işlemine göre $(1/3, 2/5, 2)$ olması gerekirken doğrudan (tes satırı k sütunu verisi) $(1/3, 5/12, 2)$ sayısı alınmıştır. Ters alma işlemleri her karar verici için ham veriler üzerinde tek tek alınmış olması sebebi ile daha doğru sonuçlar vereceği düşünüldüğü için bu veriler doğrudan üçgensel bulanık sayılara dönüştürülmüştür.

Tablo 43: Ana Kriterlerin Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi

	k	f	tes	tk	h	e	tid
k	$(1, 1, 1)$	$(1/2, 2, 2)$	$(1/2, 5/2, 3)$	$(4, 6, 7)$	$(3, 5, 5)$	$(1/2, 7/2, 4)$	$(8, 17/2, 9)$
f	$(1/2, 1/2, 2)$	$(1, 1, 1)$	$(1/2, 3/2, 3)$	$(3, 5, 5)$	$(2, 7/2, 4)$	$(1/2, 5/2, 4)$	$(8, 17/2, 9)$
tes	$(1/3, 5/12, 2)$	$(1/3, 3/4, 2)$	$(1, 1, 1)$	$(3, 7/2, 6)$	$(2, 7/2, 5)$	$(1, 2, 2)$	$(7, 15/2, 9)$
tk	$(1/7, 1/6, 1/4)$	$(1/5, 1/5, 1/3)$	$(1/6, 7/24, 1/3)$	$(1, 1, 1)$	$(1/3, 1/2, 2)$	$(1/4, 1/3, 1/2)$	$(6, 7, 8)$
h	$(1/5, 1/5, 1/3)$	$(1/4, 7/24, 1/2)$	$(1/5, 7/24, 1/2)$	$(1/2, 2, 3)$	$(1, 1, 1)$	$(1/3, 5/12, 1/2)$	$(6, 15/2, 8)$
e	$(1/4, 7/24, 2)$	$(1/4, 5/12, 2)$	$1/2, 1/2, 1$	$(2, 3, 4)$	$(2, 5/2, 3)$	$(1, 1, 1)$	$(5, 7, 8)$
tid	$(1/9, 17/144, 1/8)$	$(1/9, 17/144, 1/8)$	$(1/9, 15/112, 1/7)$	$(1/8, 1/7, 1/6)$	$(1/8, 15/112, 1/6)$	$(1/8, 1/7, 1/5)$	$(1, 1, 1)$

Tablo 44: Kalite Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi

	k1	k2	k3	k4
k1	(1,1,1)	(2,3,4)	(2,3,3)	(4,9/2,5)
k2	(1/4,1/3,1/2)	(1,1,1)	(1/3,1,1)	(1/2,3/4,2)
k3	(1/3,1/3,1/2)	(1,1,3)	(1,1,1)	(1/2,3/2,2)
k4	(1/5,9/40,1/4)	(1/2,3/2,2)	(1/2,3/4,2)	(1,1,1)

Tablo 45: Fiyat Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi

	f1	f2	f3
f1	(1,1,1)	(5,5,6)	(3,3,4)
f2	(1/6,1/5,1/5)	(1,1,1)	(1/4,1/3,1/3)
f3	(1/4,1/3,1/3)	(3,3,4)	(1,1,1)

Tablo 46: Teslimat Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi

	tes1	tes2	tes3	tes4
tes1	(1,1,1)	(1/3,1,1)	(1/3,1,1)	(1,2,3)
tes2	(1,1,3)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,5/2,3)
tes3	(1,1,3)	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,5/2,3)
tes4	(1/3,1/2,1)	(1/3,5/12,1)	(1/3,5/12,1)	(1,1,1)

Tablo 47: Teknik Kapasite Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi

	tk1	tk2	tk3
tk1	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,7/2,4)
tk2	(1,1,1)	(1,1,1)	(1,7/2,5)
tk3	(1/4,7/24,1)	(1/5,7/24,1)	(1,1,1)

Tablo 48: Hizmet Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi

	h1	h2	h3	h4
h1	(1,1,1)	(3,3,3)	(1/4,7/24,1/3)	(1/4,1/3,1/3)
h2	(1/3,1/3,1/3)	(1,1,1)	(1/5,7/24,1/3)	(1/4,7/24,1/3)
h3	(3,7/2,4)	(3,7/2,5)	(1,1,1)	(1,3/2,3)
h4	(3,3,4)	(3,7/2,4)	(1/3,3/4,1)	(1,1,1)

Tablo 49: Esneklik Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi

	e1	e2	e3	e4
e1	(1,1,1)	(3,3,5)	(1,1,2)	(4,9/2,7)
e2	(1/5,1/3,1/3)	(1,1,1)	(1/3,1/3,1/2)	(2,5/2,3)
e3	(1/2,1,1)	(2,3,3)	(1,1,1)	(4,4,5)
e4	(1/7,9/40,1/4)	(1/3,5/12,1/2)	(1/5,1/4,1/4)	(1,1,1)

Tablo 50: Tedarikçi İşletme Değerleri Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi

	tid1	tid2	tid3	tid4
tid1	(1,1,1)	(1/2,1/2,1/2)	(2,3,3)	(1/3,2,2)
tid2	(2,2,2)	(1,1,1)	(3,3,4)	(1/2,2,3)
tid3	(1/3,1/3,1/2)	(1/4,1/3,1/3)	(1,1,1)	(1/4, 5/12, 1/2)
tid4	(1/2,1/2,3)	(1/3,1/2,2)	(2,5/2,4)	(1,1,1)

Çalışmamızın ilerleyen kısmında, tedarikçi performans değerlendirme probleminde Bulanık AHP yöntemi kullanımında ilk aşama olarak değerlendirme ana kriterlerinin ağırlıklarının belirlenmesi işlemleri gerçekleştirilecektir. Daha sonraki aşamada ise seçeneklerin yani tedarikçilerin bu kriterler çerçevesinde ağırlıkları belirtilmiş olarak sıralanması yapılacaktır.

Bulanık AHP yönteminin konu olduğu bölümde işlem adımları daha ayrıntılı ve açıklamalı bir biçimde anlatılmış olup uygulama bölümünde ilgili işlemler adım adım belirtilmiş ve gerçekleştirilmiştir.

10.5. GENİŞLETİLMİŞ ANALİZ YÖNTEMİ

10.5.1. Değerlendirme Ana Kriterleri Ağırlıkları

Bulanık Sentetik Değerinin Bulunması:

Tablo üzerinde belirtilmiş olan tedarikçi değerlendirme kriterleri bulanık ikili karşılaştırma matrisi kullanılarak $\tilde{S}_i$ değerleri elde edilmektedir.

Adım 1: $\tilde{R}\tilde{S}_i$ i. satır elemanlarının bulanık toplamı sonucu olarak kabul edersek;

$$\widetilde{RS}_i = \sum_{j=1}^n \widetilde{a}_{ij} = \left(\sum_{j=1}^n l_{ij}, \sum_{j=1}^n m_{ij}, \sum_{j=1}^n u_{ij} \right), i = 1, 2, \dots, n. \quad (84)$$

işlemi gerçekleştirilir.

Tablo değerleri ile formül üzerinde işlemler gerçekleştirildiğinde:

$$\begin{aligned} \widetilde{RS}_1 &= \widetilde{RS}_k = \left(\frac{35}{2}, \frac{57}{2}, 31 \right) \\ \widetilde{RS}_2 &= \widetilde{RS}_f = \left(\frac{31}{2}, \frac{45}{2}, 28 \right) \\ \widetilde{RS}_3 &= \widetilde{RS}_{tes} = \left(\frac{44}{3}, \frac{56}{3}, 27 \right) \\ \widetilde{RS}_4 &= \widetilde{RS}_{tk} = \left(\frac{1133}{140}, \frac{1139}{120}, \frac{149}{12} \right) \\ \widetilde{RS}_5 &= \widetilde{RS}_h = \left(\frac{509}{60}, \frac{117}{10}, \frac{83}{6} \right) \\ \widetilde{RS}_6 &= \widetilde{RS}_e = \left(11, \frac{353}{24}, 21 \right) \\ \widetilde{RS}_7 &= \widetilde{RS}_{tid} = \left(\frac{41}{24}, \frac{451}{252}, \frac{809}{420} \right) \end{aligned}$$

değerleri elde edilir.

Adım 2: Satır bazında yapılan toplamalar sütun olarak toplanır.

$$\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_j = \left(\sum_{j=1}^n l_j, \sum_{j=1}^n m_j, \sum_{j=1}^n u_j \right) \quad (85)$$

formülünde n=6 olmak üzere;

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^6 \widetilde{RS}_j &= \left(\sum_{j=1}^6 l_j, \sum_{j=1}^6 m_j, \sum_{j=1}^6 u_j \right) \\ &= \widetilde{RS}_1 + \widetilde{RS}_2 + \widetilde{RS}_3 + \widetilde{RS}_4 + \widetilde{RS}_5 + \widetilde{RS}_6 \\ &= \widetilde{RS}_k + \widetilde{RS}_f + \widetilde{RS}_{tes} + \widetilde{RS}_{tk} + \widetilde{RS}_h + \widetilde{RS}_e + \widetilde{RS}_{tid} \\ &= \left(\frac{64639}{840}, \frac{405807}{3780}, \frac{28387}{210} \right) \end{aligned}$$

bulunur.

Adım 3: Elde edilen n adet her bir $\widetilde{RS}_i$ değerini, $\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_j$ toplam değerine bölünmesi ile elde edilen sonuç değerleri $\widetilde{S}_i$ bulunur. (Bu adımda elde edilen değerler ondalık dört basamak üzerinden yuvarlanmış sonuçlardır.)

$$\tilde{S}_i = \frac{\widetilde{RS}_i}{\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_j} = \widetilde{RS}_i \otimes \left[\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_j \right]^{-1} \quad (86)$$

$$\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_j = \left(\frac{64639}{840}, \frac{405807}{3780}, \frac{28387}{210} \right) \Rightarrow$$

$$\left[\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_j \right]^{-1} = \left(\frac{210}{28387}, \frac{3780}{405807}, \frac{840}{64639} \right)$$

$$\tilde{S}_k = \frac{\widetilde{RS}_k}{\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_j} = \widetilde{RS}_k \otimes \left[\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_j \right]^{-1}$$

$$\tilde{S}_k = \left(\frac{35}{2}, \frac{57}{2}, 31 \right) \otimes \left(\frac{210}{28387}, \frac{3780}{405807}, \frac{840}{64639} \right) = (0.1295, 0.2655, 0.4029)$$

$$\tilde{S}_f = \frac{\widetilde{RS}_f}{\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_j} = \widetilde{RS}_f \otimes \left[\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_j \right]^{-1}$$

$$\tilde{S}_f = \left(\frac{31}{2}, \frac{45}{2}, 28 \right) \otimes \left(\frac{210}{28387}, \frac{3780}{405807}, \frac{840}{64639} \right) = (0.1147, 0.2096, 0.3639)$$

$$\tilde{S}_{tes} = \frac{\widetilde{RS}_{tes}}{\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_j} = \widetilde{RS}_{tes} \otimes \left[\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_j \right]^{-1}$$

$$\tilde{S}_{tes} = \left(\frac{44}{3}, \frac{56}{3}, 27 \right) \otimes \left(\frac{210}{28387}, \frac{3780}{405807}, \frac{840}{64639} \right) = (0.1085, 0.1739, 0.3509)$$

$$\tilde{S}_{tk} = \frac{\widetilde{RS}_{tk}}{\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_j} = \widetilde{RS}_{tk} \otimes \left[\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_j \right]^{-1}$$

$$\begin{aligned} \tilde{S}_{tk} &= \left(\frac{1133}{140}, \frac{1139}{120}, \frac{149}{12} \right) \otimes \left(\frac{210}{28387}, \frac{3780}{405807}, \frac{840}{64639} \right) \\ &= (0.0599, 0.0884, 0.1614) \end{aligned}$$

$$\tilde{S}_h = \frac{\widetilde{RS}_h}{\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_j} = \widetilde{RS}_h \otimes \left[\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_j \right]^{-1}$$

$$\tilde{S}_h = \left(\frac{509}{60}, \frac{117}{10}, \frac{83}{6} \right) \otimes \left(\frac{210}{28387}, \frac{3780}{405807}, \frac{840}{64639} \right) = (0.0628, 0.1090, 0.1798)$$

$$\tilde{S}_e = \frac{\widetilde{RS}_e}{\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_j} = \widetilde{RS}_e \otimes$$

$$\left[\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_j \right]^{-1} \tilde{S}_e = \left(11, \frac{353}{24}, 21 \right) \otimes \left(\frac{210}{28387}, \frac{3780}{405807}, \frac{840}{64639} \right)$$

$$= (0.0814, 0.1370, 0.2729)$$

$$\tilde{S}_{tid} = \frac{\widetilde{RS}_{tid}}{\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_j} = \widetilde{RS}_{tid} \otimes \left[\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_j \right]^{-1}$$

$$\tilde{S}_{tid} = \left(\frac{41}{24}, \frac{451}{252}, \frac{809}{420} \right) \otimes \left(\frac{210}{28387}, \frac{3780}{405807}, \frac{840}{64639} \right) = (0.0126, 0.0167, 0.025)$$

değerleri elde edilmektedir.

Olabilirlik Derecesi Hesaplamaları:

Olabilirlik derecesi hesaplama işlemleri adım adım belirtilmiş ve gerçekleştirilmiştir:

İşlem 1: $V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j)$ olabilirlik dereceleri hesaplamaları için:

$$V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j) = \sup_{y \geq x} \left[\min \left(\mu_{\tilde{S}_j}(x), \mu_{\tilde{S}_i}(y) \right) \right] \quad (87)$$

$$V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j) = \begin{cases} 1, & m_i \geq m_j \text{ ise,} \\ \frac{u_i - l_j}{(u_i - m_i) + (m_j - l_j)}, & l_j \leq u_i \text{ ise} \quad i, j = 1, \dots, n; j \neq i \\ 0, & \text{diğer} \end{cases} \quad (88)$$

formülleri yardımıyla elde edilen sonuçlar aşağıda belirtilmiştir:

$V(\tilde{S}_k \geq \tilde{S}_f) = 1,$	$V(\tilde{S}_k \geq \tilde{S}_{tes}) = 1,$
$V(\tilde{S}_k \geq \tilde{S}_{tk}) = 1,$	$V(\tilde{S}_k \geq \tilde{S}_h) = 1,$
$V(\tilde{S}_k \geq \tilde{S}_e) = 1,$	$V(\tilde{S}_k \geq \tilde{S}_{tid}) = 1,$
$V(\tilde{S}_f \geq \tilde{S}_k) = 0.807441,$	$V(\tilde{S}_f \geq \tilde{S}_{tes}) = 1,$
$V(\tilde{S}_f \geq \tilde{S}_{tk}) = 1,$	$V(\tilde{S}_f \geq \tilde{S}_h) = 1,$
$V(\tilde{S}_f \geq \tilde{S}_e) = 1,$	$V(\tilde{S}_f \geq \tilde{S}_{tid}) = 1,$
$V(\tilde{S}_{tes} \geq \tilde{S}_k) = 0.707348,$	$V(\tilde{S}_{tes} \geq \tilde{S}_f) = 0.868702,$
$V(\tilde{S}_{tes} \geq \tilde{S}_{tk}) = 1,$	$V(\tilde{S}_{tes} \geq \tilde{S}_h) = 1,$
$V(\tilde{S}_{tes} \geq \tilde{S}_e) = 1,$	$V(\tilde{S}_{tes} \geq \tilde{S}_{tid}) = 1,$

$$\begin{aligned}
V(\tilde{S}_{tk} \geq \tilde{S}_k) &= 0.152632, & V(\tilde{S}_{tk} \geq \tilde{S}_f) &= 0.278142, \\
V(\tilde{S}_{tk} \geq \tilde{S}_{tes}) &= 0.382225, & V(\tilde{S}_{tk} \geq \tilde{S}_h) &= 0.827181, \\
V(\tilde{S}_{tk} \geq \tilde{S}_e) &= 0.622084, & V(\tilde{S}_{tk} \geq \tilde{S}_{tid}) &= 1, \\
V(\tilde{S}_h \geq \tilde{S}_k) &= 0.24323, & V(\tilde{S}_h \geq \tilde{S}_f) &= 0.392879, \\
V(\tilde{S}_h \geq \tilde{S}_{tes}) &= 0.523495, & V(\tilde{S}_h \geq \tilde{S}_{tk}) &= 1, \\
V(\tilde{S}_h \geq \tilde{S}_e) &= 0.0778481, & V(\tilde{S}_h \geq \tilde{S}_{tid}) &= 1, \\
V(\tilde{S}_e \geq \tilde{S}_k) &= 0.5274, & V(\tilde{S}_e \geq \tilde{S}_f) &= 0.685442, \\
V(\tilde{S}_e \geq \tilde{S}_{tes}) &= 0.816692, & V(\tilde{S}_e \geq \tilde{S}_{tk}) &= 1, \\
V(\tilde{S}_e \geq \tilde{S}_h) &= 1, & V(\tilde{S}_e \geq \tilde{S}_{tid}) &= 1, \\
V(\tilde{S}_{tid} \geq \tilde{S}_k) &= 0, & V(\tilde{S}_{tid} \geq \tilde{S}_f) &= 0, \\
V(\tilde{S}_{tid} \geq \tilde{S}_{tes}) &= 0, & V(\tilde{S}_{tid} \geq \tilde{S}_{tk}) &= 0, \\
V(\tilde{S}_{tid} \geq \tilde{S}_h) &= 0, & V(\tilde{S}_{tid} \geq \tilde{S}_e) &= 0.
\end{aligned}$$

İşlem 2: $V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j \forall j = 1, \dots, n; j \neq i) = \min_{j \in \{1, \dots, n\}, j \neq i} V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j), i = 1, \dots, n.$ kuralı uygulanmıştır.

$$\begin{aligned}
d.(k) &= 1 \\
d.(f) &= 0,807441 \\
d.(tes) &= 0,707348 \\
d.(tk) &= 0,152632 \\
d.(h) &= 0,24323 \\
d.(e) &= 0,5274 \\
d.(tid) &= 0
\end{aligned}$$

Öncelik Vektörünün Hesaplanması:

Öncelik vektörü olan W vektörünü elde etmek için her bir w_i değeri hesaplanır ve öncelik vektörü oluşturulur:

$$w_i = \frac{V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j \forall j = 1, \dots, n; j \neq i)}{\sum_{k=1}^n V(\tilde{S}_k \geq \tilde{S}_j \forall j = 1, \dots, n; j \neq k)}, i = 1, \dots, n \quad (89)$$

$$W = (w_1, \dots, w_n)^T \quad (90)$$

Normalize edilmemiş $w_i = w_i' = V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j \forall j = 1, \dots, n; j \neq i), i = 1, \dots, n$ w_i' değerleri elde edilen minimum V değerleridir. Oluşan normalize edilmemiş ağırlık vektörü;

$$W' = (w_k', w_f', w_{tes}', w_{tk}', w_h', w_e', w_{tid}')^T$$

$$= (1,0,807441,0,707348,0,152632,0,24323,0,5274,0)^T$$

ve son olarak normalizasyon işlemi yapılması ile W öncelik vektörü elde edilmiştir

$$\begin{aligned} W &= (w_k, w_f, w_{tes}, w_{tk}, w_h, w_e, w_{tid})^T \\ &= (0.29, 0.24, 0.21, 0.04, 0.07, 0.15, 0)^T \end{aligned}$$

Bu vektörde elde edilen değerlere göre; işletme açısından tedarikçi değerlendirme probleminde belirleyici kriterler ağırlıklarıyla (önem derecesine göre) birlikte sırasıyla: %29 kalite, %24 fiyat, %21 teslimat %15 esneklik, %7 hizmet, %4 teknik kapasite ve %0 ile tedarikçi işletme değerleri olarak elde edilmektedir. Burada 0 oranlı tedarikçi işletme değerleri sonucu ile genişletilmiş analiz yönteminin eleştiri konusu olan durum meydana gelmiştir. Oluşan durum konu anlatımı içeriğinde geçmektedir.

Sonuç olarak bu yöntemle göre en önemli kriter kalite ve en düşük ağırlığa sahip kriter de tedarikçi işletme değerleri olarak bulunmuştur.

10.5.2. Değerlendirme Alt Kriterleri Ağırlıkları

Değerlendirme alt kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi, değerlendirme ana kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesi işlemleri ile aynı yöntemlerle hesaplanmıştır. Bu nedenle işlemlerin açıklamaları tekrarlamalardan kaçınmak için kısa tutulmuştur. Hesaplanan değerler alt kriter bazında elde edilmiştir.

Kalite Alt Kriterlerinin Ağırlıklarının Belirlenmesi:

Kalite alt kriterlerinin ağırlıklarının belirlenmesi işleminde kalite alt kriterlerinin bulanık ikili karşılaştırma matrisini belirten tablo verileri üzerinden gerçekleştirilecektir.

$\widetilde{RS}_i$ i. satır elemanlarının bulanık toplamı sonucu $\widetilde{RS}_i = \sum_{j=1}^n \widetilde{a}_{ij}$ 'dir.

$$\widetilde{RS}_1 = \widetilde{RS}_{k1} = \left(9, \frac{23}{2}, 13\right)$$

$$\widetilde{RS}_2 = \widetilde{RS}_{k2} = \left(\frac{25}{12}, \frac{37}{12}, \frac{9}{2}\right)$$

$$\widetilde{RS}_3 = \widetilde{RS}_{k3} = \left(\frac{17}{6}, \frac{23}{6}, \frac{13}{2}\right)$$

$$\widetilde{RS}_4 = \widetilde{RS}_{k4} = \left(\frac{11}{5}, \frac{139}{40}, \frac{21}{4}\right)$$

Satır bazında yapılan toplamalar sütun olarak toplanır.

$$\begin{aligned}
\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{kj} &= \left(\sum_{j=1}^n l_{kj}, \sum_{j=1}^n m_{kj}, \sum_{j=1}^n u_{kj} \right) \\
&= \widetilde{RS}_1 + \widetilde{RS}_2 + \widetilde{RS}_3 + \widetilde{RS}_4 \\
&= \widetilde{RS}_{k1} + \widetilde{RS}_{k2} + \widetilde{RS}_{k3} + \widetilde{RS}_{k4} \\
&= \left(\frac{967}{60}, \frac{2627}{120}, \frac{117}{4} \right) \\
\left[\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{kj} \right]^{-1} &= \left(\frac{4}{117}, \frac{120}{2627}, \frac{60}{967} \right)
\end{aligned}$$

Elde edilen n adet her bir $\widetilde{RS}_i$ değerini, $\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{kj}$ toplam değerine bölünmesi ile elde edilen sonuç değerleri $\tilde{S}_i$ bulunur.

$$\begin{aligned}
\tilde{S}_{k1} &= \frac{\widetilde{RS}_{k1}}{\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{kj}} = \widetilde{RS}_{k1} \otimes \left[\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{kj} \right]^{-1} \\
\tilde{S}_{k1} &= \left(9, \frac{23}{2}, 13 \right) \otimes \left(\frac{4}{117}, \frac{120}{2627}, \frac{60}{967} \right) = (0.3077, 0.5253, 0.8066) \\
\tilde{S}_{k2} &= \frac{\widetilde{RS}_{k2}}{\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{kj}} = \widetilde{RS}_{k2} \otimes \left[\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{kj} \right]^{-1} \\
\tilde{S}_{k2} &= \left(\frac{25}{12}, \frac{37}{12}, \frac{9}{2} \right) \otimes \left(\frac{4}{117}, \frac{120}{2627}, \frac{60}{967} \right) = (0.0712, 0.1409, 0.2792) \\
\tilde{S}_{k3} &= \frac{\widetilde{RS}_{k3}}{\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{kj}} = \widetilde{RS}_{k3} \otimes \left[\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{kj} \right]^{-1} = \\
\tilde{S}_{k3} &= \left(\frac{17}{6}, \frac{23}{6}, \frac{13}{2} \right) \otimes \left(\frac{4}{117}, \frac{120}{2627}, \frac{60}{967} \right) = (0.09687, 0.1751, 0.4033) \\
\tilde{S}_{k4} &= \frac{\widetilde{RS}_{k4}}{\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{kj}} = \widetilde{RS}_{k4} \otimes \left[\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{kj} \right]^{-1} = \\
\tilde{S}_{k4} &= \left(\frac{11}{5}, \frac{139}{40}, \frac{21}{4} \right) \otimes \left(\frac{4}{117}, \frac{120}{2627}, \frac{60}{967} \right) = (0.0752, 0.1587, 0.3258)
\end{aligned}$$

Olabilirlik dereceleri hesaplamaları:

$$V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j) = \sup_{y \geq x} [\min(\mu_{\tilde{S}_j}(x), \mu_{\tilde{S}_i}(y))] \\ V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j) = \begin{cases} 1, & m_i \geq m_j \text{ ise,} \\ \frac{u_i - l_j}{(u_i - m_i) + (m_j - l_j)}, & l_j \leq u_i \text{ ise} \\ 0, & \text{diğer} \end{cases} \quad i, j = 1, \dots, n; j \neq i$$

$$\begin{aligned} V(\tilde{S}_{k1} \geq \tilde{S}_{k2}) &= 1, & V(\tilde{S}_{k1} \geq \tilde{S}_{k3}) &= 1, & V(\tilde{S}_{k1} \geq \tilde{S}_{k4}) &= 1, \\ V(\tilde{S}_{k2} \geq \tilde{S}_{k1}) &= 0, & V(\tilde{S}_{k2} \geq \tilde{S}_{k3}) &= 0.842054, & V(\tilde{S}_{k2} \geq \tilde{S}_{k4}) &= 0.919748, \\ V(\tilde{S}_{k3} \geq \tilde{S}_{k1}) &= 0.214446, & V(\tilde{S}_{k3} \geq \tilde{S}_{k2}) &= 1, & V(\tilde{S}_{k3} \geq \tilde{S}_{k4}) &= 1, \\ V(\tilde{S}_{k4} \geq \tilde{S}_{k1}) &= 0.04705, & V(\tilde{S}_{k4} \geq \tilde{S}_{k2}) &= 1, & V(\tilde{S}_{k4} \geq \tilde{S}_{k3}) &= 0.933151. \\ V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j \forall j = 1, \dots, n; j \neq i) &= \min_{j \in \{1, \dots, n\}, j \neq i} V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j), i = 1, \dots, n. \end{aligned}$$

kuralı uygulanmıştır.

$$d.(k1) = 1$$

$$d.(k2) = 0$$

$$d.(k3) = 0.214446$$

$$d.(k4) = 0.04705$$

Öncelik vektörü olan W vektörünü elde etmek için;

Normalize edilmemiş $w_i = w_i' = V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j \forall j = 1, \dots, n; j \neq i), i = 1, \dots, n$

w_i' değerleri elde edilen minimum V değerleridir.

Oluşan normalize edilmemiş ağırlık vektörü;

$$W' = (w_{k1}', w_{k2}', w_{k3}', w_{k4}')^T = (1, 0, 0.214446, 0.04705)^T$$

ve son olarak normalizasyon işlemi yapılması ile W öncelik vektörü elde edilmiştir.

$$W = (w_{k1}, w_{k2}, w_{k3}, w_{k4})^T = (0.79, 0, 0.17, 0.04)^T$$

Bu vektörde elde edilen değerlere göre; işletme açısından tedarikçi değerlendirme probleminde belirleyici kriterler ağırlıklarıyla (önem derecesine göre) birlikte sırasıyla: % 79 oranıyla $k1$, %0 oranıyla $k2$, %17 oranıyla $k3$ ve %4 oranıyla $k4$ ağırlık değerleri elde edilmiştir. Bu duruma göre en önemli kriter $k1$ alt kriteri, en düşük ağırlığa sahip kriter $k2$ alt kriteri olarak bulunmuştur.

Fiyat Alt Kriterlerinin Ağırlıklarının Belirlenmesi:

Fiyat alt kriterlerinin ağırlıklarının belirlenmesi işleminde Fiyat alt kriterlerinin bulanık ikili karşılaştırma matrisini belirten tablo verileri üzerinden gerçekleştirilecektir.

$\widetilde{RS}_i$ i. satır elemanlarının bulanık toplamı sonucu $\widetilde{RS}_i = \sum_{j=1}^n \widetilde{a}_{ij}$

$$\widetilde{RS}_1 = \widetilde{RS}_{f1} = (9,9,11)$$

$$\widetilde{RS}_2 = \widetilde{RS}_{f2} = \left(\frac{17}{12}, \frac{23}{15}, \frac{23}{15}\right)$$

$$\widetilde{RS}_3 = \widetilde{RS}_{f3} = \left(\frac{17}{4}, \frac{13}{3}, \frac{16}{3}\right)$$

Satır bazında yapılan toplamalar sütun olarak toplanır.

$$\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_j = \left(\sum_{j=1}^n l_j, \sum_{j=1}^n m_j, \sum_{j=1}^n u_j \right)$$

$$= \widetilde{RS}_1 + \widetilde{RS}_2 + \widetilde{RS}_3$$

$$= \widetilde{RS}_{f1} + \widetilde{RS}_{f2} + \widetilde{RS}_{f3}$$

$$= \left(\frac{44}{3}, \frac{223}{15}, \frac{268}{15}\right)$$

$$\left[\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{fj} \right]^{-1} = \left(\frac{15}{268}, \frac{15}{223}, \frac{3}{44}\right)$$

Elde edilen n adet her bir $\widetilde{RS}_i$ değerini, $\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_j$ toplam değerine bölünmesi ile elde edilen sonuç değerleri $\tilde{S}_i$ bulunur.

$$\tilde{S}_{f1} = \frac{\widetilde{RS}_{f1}}{\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{fj}} = \widetilde{RS}_{f1} \otimes \left[\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{fj} \right]^{-1}$$

$$\tilde{S}_{f1} = (9,9,11) \otimes \left(\frac{15}{268}, \frac{15}{223}, \frac{3}{44}\right) = (0.5037, 0.6054, 0.75)$$

$$\tilde{S}_{f2} = \frac{\widetilde{RS}_{f2}}{\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{fj}} = \widetilde{RS}_{f2} \otimes \left[\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{fj} \right]^{-1}$$

$$\tilde{S}_{f2} = \left(\frac{17}{12}, \frac{23}{15}, \frac{23}{15}\right) \otimes \left(\frac{15}{268}, \frac{15}{223}, \frac{3}{44}\right) = (0.0793, 0.1031, 0.1046)$$

$$\tilde{S}_{f3} = \frac{\widetilde{RS}_{f3}}{\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{fj}} = \widetilde{RS}_{f3} \otimes \left[\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{fj} \right]^{-1}$$

$$\tilde{S}_{f3} = \left(\frac{17}{4}, \frac{13}{3}, \frac{16}{3}\right) \otimes \left(\frac{15}{268}, \frac{15}{223}, \frac{3}{44}\right) = (0.2379, 0.2915, 0.3636)$$

Olabilirlik dereceleri hesaplamaları:

$$V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j) = \sup_{y \geq x} [\min(\mu_{\tilde{S}_j}(x), \mu_{\tilde{S}_i}(y))],$$

$$V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j) = \begin{cases} 1, & m_i \geq m_j \text{ ise,} \\ \frac{u_i - l_j}{(u_i - m_i) + (m_j - l_j)}, & l_j \leq u_i \text{ ise} \quad i, j = 1, \dots, n; j \neq i \\ 0, & \text{diğer} \end{cases}$$

$$V(\tilde{S}_{f1} \geq \tilde{S}_{f2}) = 1, \quad V(\tilde{S}_{f1} \geq \tilde{S}_{f3}) = 1,$$

$$V(\tilde{S}_{f2} \geq \tilde{S}_{f1}) = 0, \quad V(\tilde{S}_{f2} \geq \tilde{S}_{f3}) = 0,$$

$$V(\tilde{S}_{f3} \geq \tilde{S}_{f1}) = 0, \quad V(\tilde{S}_{f3} \geq \tilde{S}_{f2}) = 1.$$

$$V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j \forall j = 1, \dots, n; j \neq i) = \min_{j \in \{1, \dots, n\}, j \neq i} V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j), i = 1, \dots, n.$$

kuralı uygulanmıştır.

$$d.(f1) = 1$$

$$d.(f2) = 0$$

$$d.(f3) = 0$$

Öncelik vektörü olan W vektörünü elde etmek için;

Normalize edilmemiş $w_i = w_i' = V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j \forall j = 1, \dots, n; j \neq i), i = 1, \dots, n$
 w_i' değerleri elde edilen minimum V değerleridir.

Oluşan normalize edilmemiş ağırlık vektörü;

$$W' = (w_{f1}', w_{f2}', w_{f3}')^T = (1, 0, 0)^T$$

ve son olarak normalizasyon işlemi yapılması ile W öncelik vektörü elde edilmiştir

$$W = (w_{f1}, w_{f2}, w_{f3})^T = (1, 0, 0)^T$$

Bu vektörde elde edilen değerlere göre; işletme açısından tedarikçi değerlendirme probleminde belirleyici kriterler ağırlıklarıyla (önem derecesine göre) birlikte sırasıyla: %100 oranıyla $f1$ alt kriteri, %0 oranıyla $f2$ alt kriteri, %0 oranıyla $f3$ alt kriteri şeklindedir. Bu sonuç üzerinde eleştiri konusu olan 0 değerlerinin elde edildiği durum oluşmuştur.

Teslimat Alt Kriterlerinin Ağırlıklarının Belirlenmesi:

Teslimat alt kriterlerinin ağırlıklarının belirlenmesi işleminde teslimat alt kriterlerinin bulanık ikili karşılaştırma matrisini belirten tablo verileri üzerinden gerçekleştirilecektir.

$$\widetilde{RS}_i \text{ i. satır elemanlarının bulanık toplamı sonucu} \quad \widetilde{RS}_i = \sum_{j=1}^n \tilde{a}_{ij}$$

$$\widetilde{RS}_1 = \widetilde{RS}_{tes1} = \left(\frac{8}{3}, 5, 6\right)$$

$$\widetilde{RS}_2 = \widetilde{RS}_{tes2} = \left(4, \frac{11}{2}, 8\right)$$

$$\widetilde{RS}_3 = \widetilde{RS}_{tes3} = \left(4, \frac{11}{2}, 8\right)$$

$$\widetilde{RS}_4 = \widetilde{RS}_{tes4} = \left(2, \frac{7}{3}, 4\right)$$

Satır bazında yapılan toplamalar sütun olarak toplanır.

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_j &= \left(\sum_{j=1}^n l_j, \sum_{j=1}^n m_j, \sum_{j=1}^n u_j \right) \\ &= \widetilde{RS}_1 + \widetilde{RS}_2 + \widetilde{RS}_3 + \widetilde{RS}_4 \\ &= \widetilde{RS}_{tes1} + \widetilde{RS}_{tes2} + \widetilde{RS}_{tes3} + \widetilde{RS}_{tes4} \\ &= \left(\frac{38}{3}, \frac{55}{3}, 26\right) \\ \left[\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{tesj} \right]^{-1} &= \left(\frac{1}{26}, \frac{3}{55}, \frac{3}{38}\right) \end{aligned}$$

Elde edilen n adet her bir $\widetilde{RS}_i$ değerini, $\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_j$ toplam değerine bölünmesi ile elde edilen sonuç değerleri $\tilde{S}_i$ bulunur.

$$\tilde{S}_{tes1} = \frac{\widetilde{RS}_{tes1}}{\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{tesj}} = \widetilde{RS}_{tes1} \otimes \left[\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{tesj} \right]^{-1}$$

$$\tilde{S}_{tes1} = \left(\frac{8}{3}, 5, 6\right) \otimes \left(\frac{1}{26}, \frac{3}{55}, \frac{3}{38}\right) = (0.1026, 0.2727, 0.4737)$$

$$\tilde{S}_{tes2} = \frac{\widetilde{RS}_{tes2}}{\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{tesj}} = \widetilde{RS}_{tes2} \otimes \left[\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{tesj} \right]^{-1}$$

$$\tilde{S}_{tes2} = \left(4, \frac{11}{2}, 8\right) \otimes \left(\frac{1}{26}, \frac{3}{55}, \frac{3}{38}\right) = (0.1539, 0.3, 0.6316)$$

$$\tilde{S}_{tes3} = \frac{\widetilde{RS}_{tes3}}{\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{tesj}} = \widetilde{RS}_{tes3} \otimes \left[\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{tesj} \right]^{-1}$$

$$\tilde{S}_{tes3} = \left(4, \frac{11}{2}, 8\right) \otimes \left(\frac{1}{26}, \frac{3}{55}, \frac{3}{38}\right) = (0.1539, 0.3, 0.6316)$$

$$\tilde{S}_{tes4} = \frac{\widetilde{RS}_{tes4}}{\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{tesj}} = \widetilde{RS}_{tes4} \otimes \left[\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{tesj} \right]^{-1}$$

$$\tilde{S}_{tes4} = \left(2, \frac{7}{3}, 4\right) \otimes \left(\frac{1}{26}, \frac{3}{55}, \frac{3}{38}\right) = (0.0769, 0.1273, 0.3158)$$

Olabilirlik dereceleri hesaplamaları:

$$V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j) = \sup_{y \geq x} [\min(\mu_{\tilde{S}_j}(x), \mu_{\tilde{S}_i}(y))],$$

$$V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j) = \begin{cases} 1, & m_i \geq m_j \text{ ise,} \\ \frac{u_i - l_j}{(u_i - m_i) + (m_j - l_j)}, & l_j \leq u_i \text{ ise} \\ 0, & \text{diğer} \end{cases} \quad i, j = 1, \dots, n; j \neq i$$

$$V(\tilde{S}_{tes1} \geq \tilde{S}_{tes2}) = 0.921348,$$

$$V(\tilde{S}_{tes1} \geq \tilde{S}_{tes3}) = 0.921348,$$

$$V(\tilde{S}_{tes1} \geq \tilde{S}_{tes4}) = 1,$$

$$V(\tilde{S}_{tes2} \geq \tilde{S}_{tes1}) = 1,$$

$$V(\tilde{S}_{tes2} \geq \tilde{S}_{tes3}) = 1,$$

$$V(\tilde{S}_{tes2} \geq \tilde{S}_{tes4}) = 1,$$

$$V(\tilde{S}_{tes3} \geq \tilde{S}_{tes1}) = 1,$$

$$V(\tilde{S}_{tes3} \geq \tilde{S}_{tes2}) = 1,$$

$$V(\tilde{S}_{tes3} \geq \tilde{S}_{tes4}) = 1,$$

$$V(\tilde{S}_{tes4} \geq \tilde{S}_{tes1}) = 0.594534,$$

$$V(\tilde{S}_{tes4} \geq \tilde{S}_{tes2}) = 0.483861,$$

$$V(\tilde{S}_{tes4} \geq \tilde{S}_{tes3}) = 0.483861,$$

$$V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j \forall j = 1, \dots, n; j \neq i) = \min_{j \in \{1, \dots, n\}, j \neq i} V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j), i = 1, \dots, n.$$

kuralı uygulanmıştır.

$$d.(tes1) = 0.921348,$$

$$d.(tes2) = 1,$$

$$d.(tes3) = 1,$$

$$d.(tes4) = 0.483861.$$

Öncelik vektörü olan W vektörünü elde etmek için;

$$\text{Normalize edilmemiş } w_i = w_i' = V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j \forall j = 1, \dots, n; j \neq i), i = 1, \dots, n$$

w_i' değerleri elde edilen minimum V değerleridir.

Oluşan normalize edilmemiş ağırlık vektörü;

$$W' = (w_{tes1}', w_{tes2}', w_{tes3}', w_{tes4}')^T = (0.921348, 1, 1, 0.483861)^T$$

ve son olarak normalizasyon işlemi yapılması ile W öncelik vektörü elde edilmiştir.

$$W = (w_{tes1}, w_{tes2}, w_{tes3}, w_{tes4})^T = (0.27, 0.294, 0.294, 0.142)^T$$

Bu vektörde elde edilen değerlere göre; işletme açısından tedarikçi değerlendirme probleminde belirleyici kriterler ağırlıklarıyla (önem derecesine göre)

birlikte sırasıyla: %29.4 tes2, %29.4 tes3, %27 tes1, %14.2 tes4 şeklindedir. Bu duruma göre en önemli teslimat alt kriteri tes2 ve tes3, en düşük ağırlığa sahip kriter tes4 olarak bulunmuştur.

Teknik Kapasite Alt Kriterlerinin Ağırlıklarının Belirlenmesi:

Teknik kapasite alt kriterlerinin ağırlıklarının belirlenmesi işleminde teknik kapasite alt kriterlerinin bulanık ikili karşılaştırma matrisini belirten tablo verileri üzerinden gerçekleştirilecektir.

$\widetilde{RS}_i$ i. satır elemanlarının bulanık toplamı sonucu $\widetilde{RS}_i = \sum_{j=1}^n \widetilde{a}_{ij}$

$$\widetilde{RS}_1 = \widetilde{RS}_{tk1} = \left(3, \frac{11}{2}, 6\right)$$

$$\widetilde{RS}_2 = \widetilde{RS}_{tk2} = \left(3, \frac{11}{2}, 7\right)$$

$$\widetilde{RS}_3 = \widetilde{RS}_{tk3} = \left(\frac{29}{20}, \frac{19}{12}, 3\right)$$

Satır bazında yapılan toplamalar sütun olarak toplanır.

$$\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_j = \left(\sum_{j=1}^n l_j, \sum_{j=1}^n m_j, \sum_{j=1}^n u_j\right)$$

$$= \widetilde{RS}_1 + \widetilde{RS}_2 + \widetilde{RS}_3$$

$$= \widetilde{RS}_{tk1} + \widetilde{RS}_{tk2} + \widetilde{RS}_{tk3}$$

$$= \left(\frac{149}{20}, \frac{151}{12}, 16\right)$$

$$\left[\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{tkj}\right]^{-1} = \left(\frac{1}{16}, \frac{12}{151}, \frac{20}{149}\right)$$

Elde edilen n adet her bir $\widetilde{RS}_i$ değerini, $\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_j$ toplam değerine bölünmesi ile elde edilen sonuç değerleri $\tilde{S}_i$ bulunur.

$$\tilde{S}_{tk1} = \frac{\widetilde{RS}_{tk1}}{\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{tkj}} = \widetilde{RS}_{tk1} \otimes \left[\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{tkj}\right]^{-1}$$

$$\tilde{S}_{tk1} = \left(3, \frac{11}{2}, 6\right) \otimes \left(\frac{1}{16}, \frac{12}{151}, \frac{20}{149}\right) = (0.1875, 0.4371, 0.8054)$$

$$\tilde{S}_{tk2} = \frac{\widetilde{RS}_{tk2}}{\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{tkj}} = \widetilde{RS}_{tk2} \otimes \left[\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{tkj}\right]^{-1}$$

$$\tilde{S}_{tk2} = \left(3, \frac{11}{2}, 7\right) \otimes \left(\frac{1}{16}, \frac{12}{151}, \frac{20}{149}\right) = (0.1875, 0.4371, 0.9396)$$

$$\tilde{S}_{tk3} = \frac{\widetilde{RS}_{tk3}}{\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{tkj}} = \widetilde{RS}_{tk3} \otimes \left[\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{tkj} \right]^{-1}$$

$$\tilde{S}_{tk3} = \left(\frac{29}{20}, \frac{19}{12}, 3\right) \otimes \left(\frac{1}{16}, \frac{12}{151}, \frac{20}{149}\right) = (0.0906, 0.1258, 0.4027)$$

Olabilirlik dereceleri hesaplamaları:

$$V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j) = \sup_{y \geq x} [\min(\mu_{\tilde{S}_j}(x), \mu_{\tilde{S}_i}(y))],$$

$$V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j) = \begin{cases} 1, & m_i \geq m_j \text{ ise,} \\ \frac{u_i - l_j}{(u_i - m_i) + (m_j - l_j)}, & l_j \leq u_i \text{ ise} \\ 0, & \text{diğer} \end{cases} \quad i, j = 1, \dots, n; j \neq i$$

$$V(\tilde{S}_{tk1} \geq \tilde{S}_{tk2}) = 1,$$

$$V(\tilde{S}_{tk1} \geq \tilde{S}_{tk3}) = 1,$$

$$V(\tilde{S}_{tk2} \geq \tilde{S}_{tk1}) = 1,$$

$$V(\tilde{S}_{tk2} \geq \tilde{S}_{tk3}) = 1,$$

$$V(\tilde{S}_{tk3} \geq \tilde{S}_{tk1}) = 0.408737,$$

$$V(\tilde{S}_{tk3} \geq \tilde{S}_{tk2}) = 0.408737$$

$$V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j \forall j = 1, \dots, n; j \neq i) = \min_{j \in \{1, \dots, n\}, j \neq i} V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j), i = 1, \dots, n.$$

kuralı uygulanmıştır.

$$d.(tk1) = 1,$$

$$d.(tk2) = 1,$$

$$d.(tk3) = 0.408737.$$

Öncelik vektörü olan W vektörünü elde etmek için;

Normalize edilmemiş $w_i = w_i' = V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j \forall j = 1, \dots, n; j \neq i), i = 1, \dots, n$

w_i' değerleri elde edilen minimum V değerleridir.

Oluşan normalize edilmemiş ağırlık vektörü;

$$W' = (w_{tk1}', w_{tk2}', w_{tk3}')^T = (1, 1, 0.408737)^T$$

ve son olarak normalizasyon işlemi yapılması ile W öncelik vektörü elde edilmiştir

$$W = (w_{tk1}, w_{tk2}, w_{tk3})^T = (0.415, 0.415, 0.17)^T$$

Bu vektörde elde edilen değerlere göre; işletme açısından tedarikçi değerlendirme probleminde belirleyici kriterler ağırlıklarıyla (önem derecesine göre) birlikte sırasıyla: %41.5 tk1, %41.5 tk2 ve %17 tk3 şeklindedir. En önemli kriterler tk1 ve tk2 iken, en düşük ağırlığa sahip olan kriter f1 olarak bulunmuştur.

Hizmet Alt Kriterlerinin Ağırlıklarının Belirlenmesi:

Hizmet alt kriterlerinin ağırlıklarının belirlenmesi işleminde hizmet alt kriterlerinin bulanık ikili karşılaştırma matrisini belirten tablo verileri üzerinden gerçekleştirilecektir.

$\widetilde{RS}_i$ i. satır elemanlarının bulanık toplamı sonucu $\widetilde{RS}_i = \sum_{j=1}^n \widetilde{a}_{ij}$

$$\widetilde{RS}_1 = \widetilde{RS}_{h1} = \left(\frac{9}{2}, \frac{37}{8}, \frac{14}{3}\right)$$

$$\widetilde{RS}_2 = \widetilde{RS}_{h2} = \left(\frac{107}{60}, \frac{23}{12}, 2\right)$$

$$\widetilde{RS}_3 = \widetilde{RS}_{h3} = \left(8, \frac{19}{2}, 13\right)$$

$$\widetilde{RS}_4 = \widetilde{RS}_{h4} = \left(\frac{22}{3}, \frac{33}{4}, 10\right)$$

Satır bazında yapılan toplamalar sütun olarak toplanır.

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_j &= \left(\sum_{j=1}^n l_j, \sum_{j=1}^n m_j, \sum_{j=1}^n u_j \right) \\ &= \widetilde{RS}_1 + \widetilde{RS}_2 + \widetilde{RS}_3 + \widetilde{RS}_4 \\ &= \widetilde{RS}_{h1} + \widetilde{RS}_{h2} + \widetilde{RS}_{h3} + \widetilde{RS}_{h4} \\ &= \left(\frac{1297}{60}, \frac{583}{24}, \frac{89}{3}\right) \\ \left[\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{hj} \right]^{-1} &= \left(\frac{3}{89}, \frac{24}{583}, \frac{60}{1297}\right) \end{aligned}$$

Elde edilen n adet her bir $\widetilde{RS}_i$ değerini, $\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_j$ toplam değerine bölünmesi ile elde edilen sonuç değerleri $\widetilde{S}_i$ bulunur.

$$\widetilde{S}_{h1} = \frac{\widetilde{RS}_{h1}}{\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{hj}} = \widetilde{RS}_{h1} \otimes \left[\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{hj} \right]^{-1}$$

$$\widetilde{S}_{h1} = \left(\frac{9}{2}, \frac{37}{8}, \frac{14}{3}\right) \otimes \left(\frac{3}{89}, \frac{24}{583}, \frac{60}{1297}\right) = (0.1517, 0.1904, 0.2159)$$

$$\widetilde{S}_{h2} = \frac{\widetilde{RS}_{h2}}{\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{hj}} = \widetilde{RS}_{h2} \otimes \left[\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{hj} \right]^{-1}$$

$$\tilde{S}_{h2} = \left(\frac{107}{60}, \frac{23}{12}, 2 \right) \otimes \left(\frac{3}{89}, \frac{24}{583}, \frac{60}{1297} \right) = (0.0601, 0.0789, 0.0925)$$

$$\tilde{S}_{h3} = \frac{\widetilde{RS}_{h3}}{\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{hj}} = \widetilde{RS}_{h3} \otimes \left[\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{hj} \right]^{-1}$$

$$\tilde{S}_{h3} = \left(8, \frac{19}{2}, 13 \right) \otimes \left(\frac{3}{89}, \frac{24}{583}, \frac{60}{1297} \right) = (0.2697, 0.3911, 0.6014)$$

$$\tilde{S}_{h4} = \frac{\widetilde{RS}_{h4}}{\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{hj}} = \widetilde{RS}_{h4} \otimes \left[\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{hj} \right]^{-1}$$

$$\tilde{S}_{h4} = \left(\frac{22}{3}, \frac{33}{4}, 10 \right) \otimes \left(\frac{3}{89}, \frac{24}{583}, \frac{60}{1297} \right) = (0.2472, 0.3396, 0.4626)$$

Olabilirlik dereceleri hesaplamaları:

$$V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j) = \sup_{y \geq x} [\min(\mu_{\tilde{S}_j}(x), \mu_{\tilde{S}_i}(y))],$$

$$V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j) = \begin{cases} 1, & m_i \geq m_j \text{ ise,} \\ \frac{u_i - l_j}{(u_i - m_i) + (m_j - l_j)}, & l_j \leq u_i \text{ ise} \\ 0, & \text{diğer} \end{cases} \quad i, j = 1, \dots, n; j \neq i$$

$$V(\tilde{S}_{h1} \geq \tilde{S}_{h2}) = 1, \quad V(\tilde{S}_{h1} \geq \tilde{S}_{h3}) = 0, \quad V(\tilde{S}_{h1} \geq \tilde{S}_{h4}) = 0,$$

$$V(\tilde{S}_{h2} \geq \tilde{S}_{h1}) = 0, \quad V(\tilde{S}_{h2} \geq \tilde{S}_{h3}) = 0, \quad V(\tilde{S}_{h2} \geq \tilde{S}_{h4}) = 0,$$

$$V(\tilde{S}_{h3} \geq \tilde{S}_{h1}) = 1, \quad V(\tilde{S}_{h3} \geq \tilde{S}_{h2}) = 1, \quad V(\tilde{S}_{h3} \geq \tilde{S}_{h4}) = 1,$$

$$V(\tilde{S}_{h4} \geq \tilde{S}_{h1}) = 1, \quad V(\tilde{S}_{h4} \geq \tilde{S}_{h2}) = 1, \quad V(\tilde{S}_{h4} \geq \tilde{S}_{h3}) = 0.7893.$$

$$V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j \forall j = 1, \dots, n; j \neq i) = \min_{j \in \{1, \dots, n\}, j \neq i} V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j), i = 1, \dots, n.$$

kuralı uygulanmıştır.

$$d.(h1) = 0,$$

$$d.(h2) = 0,$$

$$d.(h3) = 1,$$

$$d.(h4) = 0.7893.$$

Öncelik vektörü olan W vektörünü elde etmek için;

$$\text{Normalize edilmemiş } w_i = w_i' = V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j \forall j = 1, \dots, n; j \neq i), i = 1, \dots, n$$

w_i' değerleri elde edilen minimum V değerleridir.

Oluşan normalize edilmemiş ağırlık vektörü;

$$W' = (w_{h1}', w_{h2}', w_{h3}', w_{h4}')^T = (0,0,1,0.7893)^T$$

ve son olarak normalizasyon işlemi yapılması ile W öncelik vektörü elde edilmiştir

$$W = (w_{h1}, w_{h2}, w_{h3}, w_{h4})^T = (0,0,0.56,0.44)^T$$

Bu vektörde elde edilen değerlere göre; işletme açısından tedarikçi değerlendirme probleminde belirleyici kriterler ağırlıklarıyla (önem derecesine göre) birlikte sırasıyla: %56 h3, %44 h4, %0 h2 ve h1 şeklindedir. Buna göre en önemli kriter h3, en düşük ağırlığa sahip kriterler h2 ve h1 olarak bulunmuştur. h2 ve h1 sonucunda eleştiri konusu olan 0 değeri elde edilmiştir.

Esneklik Alt Kriterlerinin Ağırlıklarının Belirlenmesi:

Esneklik alt kriterlerinin ağırlıklarının belirlenmesi işleminde esneklik alt kriterlerinin bulanık ikili karşılaştırma matrisini belirten tablo verileri üzerinden gerçekleştirilecektir.

$$\widetilde{RS}_i \text{ i. satır elemanlarının bulanık toplamı sonucu } \widetilde{RS}_i = \sum_{j=1}^n \widetilde{a}_{ij}$$

$$\widetilde{RS}_1 = \widetilde{RS}_{e1} = \left(9, \frac{19}{2}, 15\right)$$

$$\widetilde{RS}_2 = \widetilde{RS}_{e2} = \left(\frac{53}{15}, \frac{25}{6}, \frac{29}{6}\right)$$

$$\widetilde{RS}_3 = \widetilde{RS}_{e3} = \left(\frac{15}{2}, 9, 10\right)$$

$$\widetilde{RS}_4 = \widetilde{RS}_{e4} = \left(\frac{176}{105}, \frac{227}{120}, 2\right)$$

Satır bazında yapılan toplamalar sütun olarak toplanır.

$$\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{ej} = \left(\sum_{j=1}^n l_j, \sum_{j=1}^n m_j, \sum_{j=1}^n u_j \right)$$

$$= \widetilde{RS}_1 + \widetilde{RS}_2 + \widetilde{RS}_3 + \widetilde{RS}_4$$

$$= \widetilde{RS}_{e1} + \widetilde{RS}_{e2} + \widetilde{RS}_{e3} + \widetilde{RS}_{e4}$$

$$= \left(\frac{4559}{210}, \frac{2947}{120}, \frac{191}{6}\right)$$

$$\left[\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{ej} \right]^{-1} = \left(\frac{6}{191}, \frac{120}{2947}, \frac{210}{4559}\right)$$

Elde edilen n adet her bir $\widetilde{RS}_i$ değerini, $\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_j$ toplam değerine bölünmesi ile elde edilen sonuç değerleri $\tilde{S}_i$ bulunur.

$$\begin{aligned}\tilde{S}_{e1} &= \frac{\widetilde{RS}_{e1}}{\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{ej}} = \widetilde{RS}_{e1} \otimes \left[\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{ej} \right]^{-1} \\ \tilde{S}_{e1} &= \left(9, \frac{19}{2}, 15 \right) \otimes \left(\frac{6}{191}, \frac{120}{2947}, \frac{210}{4559} \right) = (0.2827, 0.3868, 0.6949) \\ \tilde{S}_{e2} &= \frac{\widetilde{RS}_{e2}}{\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{ej}} = \widetilde{RS}_{e2} \otimes \left[\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{ej} \right]^{-1} \\ \tilde{S}_{e2} &= \left(\frac{53}{15}, \frac{25}{6}, \frac{29}{6} \right) \otimes \left(\frac{6}{191}, \frac{120}{2947}, \frac{210}{4559} \right) = (0.111, 0.1697, 0.2226) \\ \tilde{S}_{e3} &= \frac{\widetilde{RS}_{e3}}{\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{ej}} = \widetilde{RS}_{e3} \otimes \left[\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{ej} \right]^{-1} \\ \tilde{S}_{e3} &= \left(\frac{15}{2}, 9, 10 \right) \otimes \left(\frac{6}{191}, \frac{120}{2947}, \frac{210}{4559} \right) = (0.2356, 0.3665, 0.4606) \\ \tilde{S}_{e4} &= \frac{\widetilde{RS}_{e4}}{\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{ej}} = \widetilde{RS}_{e4} \otimes \left[\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{ej} \right]^{-1} \\ \tilde{S}_{e4} &= \left(\frac{176}{105}, \frac{227}{120}, 2 \right) \otimes \left(\frac{6}{191}, \frac{120}{2947}, \frac{210}{4559} \right) = (0.0527, 0.077, 0.0921)\end{aligned}$$

Olabilirlik dereceleri hesaplamaları:

$$\begin{aligned}V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j) &= \sup_{y \geq x} [\min(\mu_{\tilde{S}_j}(x), \mu_{\tilde{S}_i}(y))], \\ V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j) &= \begin{cases} 1, & m_i \geq m_j \text{ ise,} \\ \frac{u_i - l_j}{(u_i - m_i) + (m_j - l_j)}, & l_j \leq u_i \text{ ise} \quad i, j = 1, \dots, n; j \neq i \\ 0, & \text{diğer} \end{cases} \\ V(\tilde{S}_{e1} \geq \tilde{S}_{e2}) &= 1, & V(\tilde{S}_{e1} \geq \tilde{S}_{e3}) &= 1, & V(\tilde{S}_{e1} \geq \tilde{S}_{e4}) &= 1, \\ V(\tilde{S}_{e2} \geq \tilde{S}_{e1}) &= 0, & V(\tilde{S}_{e2} \geq \tilde{S}_{e3}) &= 0, & V(\tilde{S}_{e2} \geq \tilde{S}_{e4}) &= 1, \\ V(\tilde{S}_{e3} \geq \tilde{S}_{e1}) &= 0.897578, & V(\tilde{S}_{e3} \geq \tilde{S}_{e2}) &= 1, & V(\tilde{S}_{e3} \geq \tilde{S}_{e4}) &= 1, \\ V(\tilde{S}_{e4} \geq \tilde{S}_{e1}) &= 0, & V(\tilde{S}_{e4} \geq \tilde{S}_{e2}) &= 0, & V(\tilde{S}_{e4} \geq \tilde{S}_{e3}) &= 0, \\ V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j \forall j = 1, \dots, n; j \neq i) &= \min_{j \in \{1, \dots, n\}, j \neq i} V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j), i = 1, \dots, n.\end{aligned}$$

kuralı uygulanmıştır.

$$d.(e1) = 1,$$

$$d.(e2) = 0,$$

$$d.(e3) = 0.897578,$$

$$d.(e4) = 0.$$

Öncelik vektörü olan W vektörünü elde etmek için;

Normalize edilmemiş $w_i = w_i' = V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j \forall j = 1, \dots, n; j \neq i), i = 1, \dots, n$
 w_i' değerleri elde edilen minimum V değerleridir.

Oluşan normalize edilmemiş ağırlık vektörü;

$$W' = (w_{e1}', w_{e2}', w_{e3}', w_{e4}')^T = (1, 0, 0.897578, 0)^T$$

ve son olarak normalizasyon işlemi yapılması ile W öncelik vektörü elde edilmiştir

$$W = (w_{e1}, w_{e2}, w_{e3}, w_{e4})^T = (0.53, 0, 0.47, 0)^T$$

Bu vektörde elde edilen değerlere göre; işletme açısından tedarikçi değerlendirme probleminde belirleyici kriterler ağırlıklarıyla (önem derecesine göre) birlikte sırasıyla: %53 e1, %47 e3, %0 e2 ve e4 şeklindedir. Bu sonuçlara göre en önemli kriter e1, en düşük ağırlığa sahip kriterler e2 ve e4 olarak bulunmuştur. e2 ve e4 değerleri 0 ağırlığa sahip olarak elde edilmesi ile beraber yöntemin eleştiri konusunun gerçekleşmiş olmaktadır.

Tedarikçi İşletme Değerleri Alt Kriterlerinin Ağırlıklarının Belirlenmesi:

Kalite alt kriterlerinin ağırlıklarının belirlenmesi işleminde kalite alt kriterlerinin bulanık ikili karşılaştırma matrisini belirten tablo verileri üzerinden gerçekleştirilecektir.

$\widetilde{RS}_i$ i. satır elemanlarının bulanık toplamı sonucu:

$$\widetilde{RS}_i = \sum_{j=1}^n \tilde{a}_{ij}$$

$$\widetilde{RS}_1 = \widetilde{RS}_{tid1} = \left(\frac{23}{6}, \frac{13}{2}, \frac{13}{2} \right)$$

$$\widetilde{RS}_2 = \widetilde{RS}_{tid2} = \left(\frac{13}{2}, 8, 10 \right)$$

$$\widetilde{RS}_3 = \widetilde{RS}_{tid3} = \left(\frac{11}{6}, \frac{25}{12}, \frac{7}{3} \right)$$

$$\widetilde{RS}_4 = \widetilde{RS}_{tid4} = \left(\frac{23}{6}, \frac{9}{2}, 10 \right)$$

Satır bazında yapılan toplamalar sütun olarak toplanır.

$$\begin{aligned}
\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_j &= \left(\sum_{j=1}^n l_j, \sum_{j=1}^n m_j, \sum_{j=1}^n u_j \right) \\
&= \widetilde{RS}_1 + \widetilde{RS}_2 + \widetilde{RS}_3 + \widetilde{RS}_4 \\
&= \widetilde{RS}_{tid1} + \widetilde{RS}_{tid2} + \widetilde{RS}_{tid3} + \widetilde{RS}_{tid4} \\
&= \left(16, \frac{63}{2}, \frac{173}{6} \right) \\
\left[\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{tidj} \right]^{-1} &= \left(\frac{6}{173}, \frac{2}{63}, \frac{1}{16} \right)
\end{aligned}$$

Elde edilen n adet her bir $\widetilde{RS}_i$ değerini, $\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_j$ toplam değerine bölünmesi ile elde edilen sonuç değerleri $\tilde{S}_i$ bulunur.

$$\begin{aligned}
\tilde{S}_{tid1} &= \frac{\widetilde{RS}_{tid1}}{\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{tidj}} = \widetilde{RS}_{tid1} \otimes \left[\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{tidj} \right]^{-1} \\
\tilde{S}_{tid1} &= \left(\frac{23}{6}, \frac{13}{2}, \frac{13}{2} \right) \otimes \left(\frac{6}{173}, \frac{2}{63}, \frac{1}{16} \right) = (0.133, 0.2064, 0.4063) \\
\tilde{S}_{tid2} &= \frac{\widetilde{RS}_{tid2}}{\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{tidj}} = \widetilde{RS}_{tid2} \otimes \left[\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{tidj} \right]^{-1} \\
\tilde{S}_{tid2} &= \left(\frac{13}{2}, 8, 10 \right) \otimes \left(\frac{6}{173}, \frac{2}{63}, \frac{1}{16} \right) = (0.2254, 0.254, 0.625) \\
\tilde{S}_{tid3} &= \frac{\widetilde{RS}_{tid3}}{\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{tidj}} = \widetilde{RS}_{tid3} \otimes \left[\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{tidj} \right]^{-1} \\
\tilde{S}_{tid3} &= \left(\frac{11}{6}, \frac{25}{12}, \frac{7}{3} \right) \otimes \left(\frac{6}{173}, \frac{2}{63}, \frac{1}{16} \right) = (0.0636, 0.0661, 0.1458) \\
\tilde{S}_{tid4} &= \frac{\widetilde{RS}_{tid4}}{\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{tidj}} = \widetilde{RS}_{tid4} \otimes \left[\sum_{j=1}^n \widetilde{RS}_{tidj} \right]^{-1} \\
\tilde{S}_{tid4} &= \left(\frac{23}{6}, \frac{9}{2}, 10 \right) \otimes \left(\frac{6}{173}, \frac{2}{63}, \frac{1}{16} \right) = (0.133, 0.1429, 0.625)
\end{aligned}$$

Olabilirlik dereceleri hesaplamaları:

$$V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j) = \sup_{y \geq x} \left[\min(\mu_{\tilde{S}_j}(x), \mu_{\tilde{S}_i}(y)) \right],$$

$$V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j) = \begin{cases} 1, & m_i \geq m_j \text{ ise,} \\ \frac{u_i - l_j}{(u_i - m_i) + (m_j - l_j)}, & l_j \leq u_i \text{ ise} \\ 0, & \text{diğer} \end{cases} \quad i, j = 1, \dots, n; j \neq i$$

$$V(\tilde{S}_{tid1} \geq \tilde{S}_{tid2}) = 0.791685, \quad V(\tilde{S}_{tid1} \geq \tilde{S}_{tid3}) = 1,$$

$$V(\tilde{S}_{tid1} \geq \tilde{S}_{tid4}) = 1,$$

$$V(\tilde{S}_{tid2} \geq \tilde{S}_{tid1}) = 1, \quad V(\tilde{S}_{tid2} \geq \tilde{S}_{tid3}) = 1, \quad V(\tilde{S}_{tid2} \geq \tilde{S}_{tid4}) = 1,$$

$$V(\tilde{S}_{tid3} \geq \tilde{S}_{tid1}) = 0.083605, \quad V(\tilde{S}_{tid3} \geq \tilde{S}_{tid2}) = 0,$$

$$V(\tilde{S}_{tid3} \geq \tilde{S}_{tid4}) = 0.142857,$$

$$V(\tilde{S}_{tid4} \geq \tilde{S}_{tid1}) = 0.885689, \quad V(\tilde{S}_{tid4} \geq \tilde{S}_{tid2}) = 0.782455,$$

$$V(\tilde{S}_{tid4} \geq \tilde{S}_{tid3}) = 1,$$

$$V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j \forall j = 1, \dots, n; j \neq i) = \min_{j \in \{1, \dots, n\}, j \neq i} V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j), i = 1, \dots, n.$$

kuralı uygulanmıştır.

$$d.(tid1) = 0.791685,$$

$$d.(tid2) = 1$$

$$d.(tid3) = 0$$

$$d.(tid4) = 0.782455$$

Öncelik vektörü olan W vektörünü elde etmek için;

$$\text{Normalize edilmemiş } w_i = w_i' = V(\tilde{S}_i \geq \tilde{S}_j \forall j = 1, \dots, n; j \neq i), i = 1, \dots, n$$

w_i' değerleri elde edilen minimum V değerleridir.

Oluşan normalize edilmemiş ağırlık vektörü;

$$W' = (w_{tid1}', w_{tid2}', w_{tid3}', w_{tid4}')^T = (0.791685, 1, 0, 0.782455)^T$$

ve son olarak normalizasyon işlemi yapılması ile W öncelik vektörü elde edilmiştir

$$W = (w_{tid1}, w_{tid2}, w_{tid3}, w_{tid4})^T = (0.31, 0.39, 0, 0.3)^T$$

Bu vektörde elde edilen değerlere göre; işletme açısından tedarikçi değerlendirme probleminde belirleyici kriterler ağırlıklarıyla (önem derecesine göre) birlikte sırasıyla: %39 tid2, %31 tid1, %30 tid4 ve %0 tid3 şeklindedir. Bu verilere göre en önemli kriter tid2, en düşük ağırlığa sahip kriter tid3 olarak bulunmuştur.

Takip eden bölüm içerisinde tedarikçi değerlendirmeleri üzerine elde edilmiş olan ağırlık sonuçlarını işlenmiştir.

10.5.3. Tedarikçi Değerlendirmeleri ve Ağırlıkların Uygulanması

Tablo 51: Kalite Değerlendirmeleri (GA)

	w_{k1}	w_{k2}	w_{k3}	w_{k4}		
w_{ki}	0.79	0	0.17	0.04		
ted/k	k1	k2	k3	k4	Toplam Ağırlık Vektörü	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	7	8	7	7	7	0.317
ted2	7	9	9	8	7,38	0.334
ted3	8	8	7	5	7.71	0.349

Tablo 52: Fiyat Değerlendirmeleri (GA)

	w_{f1}	w_{f2}	w_{f3}		
w_{fi}	1	0	0		
ted/f	f1	f2	f3	Toplam Ağırlık Vektörü	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	8	7	4	8	0.348
ted2	8	7	6	8	0.348
ted3	7	6	7	7	0.304

Tablo 53: Teslimat Değerlendirmeleri (GA)

	w_{tes1}	w_{tes2}	w_{tes3}	w_{tes4}		
w_{tesi}	0.27	0.294	0.294	0.142		
ted/tes	tes1	tes2	tes3	tes4	Toplam Ağırlık Vektörü	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	7	8	8	5	7.304	0.329
ted2	8	8	7	6	7.422	0.335
ted3	6	8	8	8	7.46	0.336

Tablo 54: Teknik Kapasite Değerlendirmeleri (GA)

	w_{tk1}	w_{tk2}	w_{tk3}		
w_{tki}	0.415	0.415	0.17		
ted/tk	tk1	tk2	tk3	Toplam Ağırlık Vektörü	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	6	5	7	5.755	0.314
ted2	7	7	6	6.83	0.372
ted3	5	6	7	5.755	0.314

Tablo 55: Hizmet Değerlendirmeleri (GA)

	w_{h1}	w_{h2}	w_{h3}	w_{h4}		
w_{hi}	0	0	0.56	0.44		
ted/h	h1	h2	h3	h4	Toplam Ağırlık Vektörü	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	6	7	7	7	7	0.30
ted2	8	8	9	9	9	0.39
ted3	6	7	8	6	7.12	0.31

Tablo 56: Esneklik Değerlendirmeleri (GA)

	w_{e1}	w_{e2}	w_{e3}	w_{e4}		
w_{ei}	0.53	0	0.47	0		
ted/e	e1	e2	e3	e4	Toplam Ağırlık Vektörü	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	8	9	7	5	7.53	0.333
ted2	8	9	8	5	8	0.354
ted3	8	7	6	5	7.06	0.313

Tablo 57: Tedarikçi İşletme Değerleri Değerlendirmeleri (GA)

	w_{tid1}	w_{tid2}	w_{tid3}	w_{tid4}		
w_{tidi}	0.31	0.39	0	0.3		
ted/tid	tid1	tid2	tid3	tid4	Toplam Ağırlık Vektörü	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	2	5	2	2	3.17	0.29
ted2	2	7	3	3	4.25	0.39
ted3	2	6	2	2	3.56	0.32

Tablo 58: Genel Performans Değerlendirmesi: (GA)

	w_k	w_f	w_{tes}	w_{tk}	w_h	w_e	w_{tid}	
w_i	0.29	0.24	0.21	0.04	0.07	0.15	0	
ted/ kriter	k	f	tes	tk	h	e	tid	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	0.317	0.348	0.329	0.314	0.30	0.333	0.29	0.328
ted2	0.334	0.348	0.335	0.314	0.39	0.354	0.39	0.344
ted3	0.349	0.304	0.336	0.372	0.31	0.313	0.32	0.328

10.6. GENİŞLETİLMİŞ ANALİZ İLE LIOU VE WANG YÖNTEMİ

Liou ve Wang yöntemi bulanık sayıların sıralama yöntemlerinden biridir. Bulanık mantık konusu içerisinde bulanık sayıların sıralaması bölümünde yöntemin ayrıntı bir şekilde belirtilmiştir. Bu yöntem ile genişletilmiş analiz yönteminde meydana gelen eleştiri konusu olan ağırlık değerinin 0 elde edilmesinin önüne geçilir. Liou ve Wang yöntemi; genişletilmiş analiz yöntemi üzerinde bir düzeltme tercihi olarak seçilmektedir.

$\alpha \in [0,1]$ iyimserlik indeksi olarak tanımlanan değeri ilk bulanık veri oluşturma yapımızı dikkate alarak 0.5 seçilecektir.

$\tilde{A} = (l, m, n)$ Üçgensel bulanık sayısı için,

$$I_T^\alpha = \frac{[\alpha(m+n) + (1-\alpha)(l+m)]}{2} \quad (91)$$

$$I_T^{0.5} = \frac{[0.5(m+n) + (1-0.5)(l+m)]}{2} = \frac{l+n+2m}{4} \quad (92)$$

kullanılacaktır. İyimserlik indeksinin belirlenmesinde, bulanık yapı olarak ele alınması söz konusu ve her bir l, m ve n değerlerinin oluşumuna göre, üyelik fonksiyonlarına göre ve iyimserlik tercihlerine göre istenilen farklı kararlar alınabilir.

10.6.1. Ağırlıkların Belirlenmesi

Ana kriterler:

Ana kriterler için genişletilmiş analiz yönteminde bulduğumuz değerler:

$$\begin{aligned} \tilde{S}_k &= (0.1295, 0.2655, 0.4029), & \tilde{S}_f &= (0.1147, 0.2096, 0.3639), \\ \tilde{S}_{tes} &= (0.1085, 0.1739, 0.3509), & \tilde{S}_{tk} &= (0.0599, 0.0884, 0.1614), \\ \tilde{S}_h &= (0.0628, 0.1090, 0.1798), & \tilde{S}_e &= (0.0814, 0.1370, 0.2729). \end{aligned}$$

$$\tilde{S}_{tid} = (0.0126, 0.0167, 0.025)$$

Normalize edilmemiş ağırlık vektörünü oluşturan değerler:

$$\begin{aligned} I_T^\alpha(\tilde{S}_k) &= 0.26585, & I_T^\alpha(\tilde{S}_f) &= 0.22445, & I_T^\alpha(\tilde{S}_{tes}) &= 0.2018 \\ I_T^\alpha(\tilde{S}_{tk}) &= 0.099525, & I_T^\alpha(\tilde{S}_h) &= 0.11515, & I_T^\alpha(\tilde{S}_e) &= 0.157075 \\ I_T^\alpha(\tilde{S}_{tid}) &= 0.01775 \end{aligned}$$

Normalize edilmiş ağırlık vektörü:

$$\begin{aligned} W &= (w_k, w_f, w_{tes}, w_{tk}, w_h, w_e, w_{tid})^T \\ &= (0.246, 0.208, 0.187, 0.092, 0.106, 0.145, 0.016)^T \end{aligned}$$

Bu değerlere göre; kriterler ağırlıklarıyla (önem derecesine göre) birlikte sırasıyla: %24.6 k, %20.8 f, %18.7 tes, %14.5 e, %10.6 h, %9.2 tk ve %1.6 tid şeklindedir. Bu verilere göre en önemli kriter k, en düşük ağırlığa sahip kriter tid olarak bulunmuştur.

Kalite Alt Kriterleri:

Kalite alt kriterler için genişletilmiş analiz yönteminde bulduğumuz değerler:

$$\begin{aligned} \tilde{S}_{k1} &= (0.3077, 0.5253, 0.8066), & \tilde{S}_{k2} &= (0.0712, 0.1409, 0.2792) \\ \tilde{S}_{k3} &= (0.09687, 0.1751, 0.4033), & \tilde{S}_{k4} &= (0.0752, 0.1587, 0.3258) \end{aligned}$$

Normalize edilmemiş ağırlık vektörünü oluşturan değerler:

$$I_T^\alpha(\tilde{S}_{k1}) = 0.541225 \quad I_T^\alpha(\tilde{S}_{k2}) = 0.15805$$

$$I_T^\alpha(\tilde{S}_{k3}) = 0.212593 \quad I_T^\alpha(\tilde{S}_{k4}) = 0.1796.$$

Normalize edilmiş ağırlık vektörü:

$$W = (w_{k1}, w_{k2}, w_{k3}, w_{k4})^T = (0.496, 0.145, 0.195, 0.164)^T$$

Fiyat Alt Kriterleri:

$$\tilde{S}_{f1} = (0.5037, 0.6054, 0.75), \quad \tilde{S}_{f2} = (0.0793, 0.1031, 0.1046)$$

$$\tilde{S}_{f3} = (0.2379, 0.2915, 0.3636)$$

Normalize edilmemiş ağırlık vektörünü oluşturan değerler:

$$I_T^\alpha(\tilde{S}_{f1}) = 0.616125, \quad I_T^\alpha(\tilde{S}_{f2}) = 0.097525,$$

$$I_T^\alpha(\tilde{S}_{f3}) = 0.296125$$

Normalize edilmiş ağırlık vektörü:

$$W = (w_{f1}, w_{f2}, w_{f3})^T = (0.61, 0.10, 0.29)^T$$

Teslimat Alt Kriterleri:

$$\tilde{S}_{tes1} = (0.1026, 0.2727, 0.4737), \quad \tilde{S}_{tes2} = (0.1539, 0.3, 0.6316),$$

$$\tilde{S}_{tes3} = (0.1539, 0.3, 0.6316), \quad \tilde{S}_{tes4} = (0.0769, 0.1273, 0.3158)$$

Normalize edilmemiş ağırlık vektörünü oluşturan değerler:

$$I_T^\alpha(\tilde{S}_{tes1}) = 0.280675, \quad I_T^\alpha(\tilde{S}_{tes2}) = 0.346375,$$

$$I_T^\alpha(\tilde{S}_{tes3}) = 0.346375, \quad I_T^\alpha(\tilde{S}_{tes4}) = 0.161825.$$

Normalize edilmiş ağırlık vektörü:

$$W = (w_{tes1}, w_{tes2}, w_{tes3}, w_{tes4})^T = (0.247, 0.305, 0.305, 0.143)^T$$

Teknik Kapasite Alt Kriterleri:

$$\tilde{S}_{tk1} = (0.1875, 0.4371, 0.8054)$$

$$\tilde{S}_{tk2} = (0.1875, 0.4371, 0.9396)$$

$$\tilde{S}_{tk3} = (0.0906, 0.1258, 0.4027)$$

Normalize edilmemiş ağırlık vektörünü oluşturan değerler:

$$I_T^\alpha(\tilde{S}_{tk1}) = 0.466775, \quad I_T^\alpha(\tilde{S}_{tk2}) = 0.500325,$$

$$I_T^\alpha(\tilde{S}_{tk3}) = 0.186225.$$

Normalize edilmiş ağırlık vektörü:

$$W = (w_{tk1}, w_{tk2}, w_{tk3})^T = (0.405, 0.433, 0.162)^T$$

Hizmet Alt Kriterleri:

$$\tilde{S}_{h1} = (0.1517, 0.1904, 0.2159), \quad \tilde{S}_{h2} = (0.0601, 0.0789, 0.0925)$$

$$\tilde{S}_{h3} = (0.2697, 0.3911, 0.6014), \quad \tilde{S}_{h4} = (0.2472, 0.3396, 0.4626)$$

Normalize edilmemiş ağırlık vektörünü oluşturan değerler:

$$I_T^\alpha(\tilde{S}_{h1}) = 0.1871, \quad I_T^\alpha(\tilde{S}_{h2}) = 0.0776,$$

$$I_T^\alpha(\tilde{S}_{h3}) = 0.41333, \quad I_T^\alpha(\tilde{S}_{h4}) = 0.34725.$$

Normalize edilmiş ağırlık vektörü:

$$W = (w_{h1}, w_{h2}, w_{h3}, w_{h4})^T = (0.18, 0.08, 0.4, 0.34)^T$$

Esneklik Alt Kriterleri:

$$\tilde{S}_{e1} = (0.2827, 0.3868, 0.6949), \quad \tilde{S}_{e2} = (0.111, 0.1697, 0.2226),$$

$$\tilde{S}_{e3} = (0.2356, 0.3665, 0.4606), \quad \tilde{S}_{e4} = (0.0527, 0.077, 0.0921).$$

Normalize edilmemiş ağırlık vektörünü oluşturan değerler:

$$I_T^\alpha(\tilde{S}_{e1}) = 0.4378, \quad I_T^\alpha(\tilde{S}_{e2}) = 0.16825,$$

$$I_T^\alpha(\tilde{S}_{e3}) = 0.3573, \quad I_T^\alpha(\tilde{S}_{e4}) = 0.0747.$$

Normalize edilmiş ağırlık vektörü:

$$W = (w_{e1}, w_{e2}, w_{e3}, w_{e4})^T = (0.422, 0.162, 0.344, 0.072)^T$$

elde edilir.

Tedarikçi İşletme Değerleri Alt Kriterleri:

$$\tilde{S}_{tid1} = (0.133, 0.2064, 0.4063), \quad \tilde{S}_{tid2} = (0.2254, 0.254, 0.625)$$

$$\tilde{S}_{tid3} = (0.0636, 0.0661, 0.1458), \quad \tilde{S}_{tid4} = (0.133, 0.1429, 0.625)$$

Normalize edilmemiş ağırlık vektörünü oluşturan değerler:

$$I_T^\alpha(\tilde{S}_{tid1}) = 0.238025, \quad I_T^\alpha(\tilde{S}_{tid2}) = 0.3396,$$

$$I_T^\alpha(\tilde{S}_{tid3}) = 0.0854, \quad I_T^\alpha(\tilde{S}_{tid4}) = 0.26095.$$

Normalize edilmiş ağırlık vektörü:

$$W = (w_{tid1}, w_{tid2}, w_{tid3}, w_{tid4})^T = (0.258, 0.368, 0.092, 0.282)^T$$

olarak bulunur.

10.6.2. Tutarlılık Ölçülmesi

Chang'ın genişletilmiş analiz yönteminde tutarlılığın hesaplanması uygun olmamaktadır. Genişletilmiş analiz yöntemi sonucunda toplam ağırlık vektöründe bazı kriterlerin ağırlıkları sıfır çıkmaktadır. Tutarlılık indeksi hesaplamasında, durulaştırılmış ikili karşılaştırma matrisi ile ağırlık vektörü çarpılır ve bulunan vektörün ağırlık vektörünün her bir elemanına tek tek bölünür. Ağırlık vektörünün elemanlarından birisi sıfır ise sayının sıfıra bölünmesi tanımsızlığı gerçekleştiği için Chang'ın yönteminin yerine Liou ve Wang'ın yöntemi uyarlaması ile hesaplanan ağırlıklar yardımıyla tutarlılık oranı elde edilmiştir.

Durulaştırma işleminde yani bulanık değerleri kesin değerlere çevirirken bulanık değer (ilk, orta, son) oluşumunu da göz önüne alarak ilk en küçük değeri, orta değerin iki katı ve son büyük değeri toplayıp dörde bölerek, başka deyişle elde edilen dört karar verici verilerinin ortalamasını almak uygun görülebilir. Bu ortalama alınması işlemini tüm ana ve alt kriterlerin ikili karşılaştırma matrisleri üzerinde uygulanarak tutarlılık hesaplanabilir.

Tutarlılık hesaplanırken uygulamamızda Liou ve Wang'ın uyarlaması kullanılacaktır.

Hesaplama mantığına göre $CR < 0.10$ ise tutarlı kabul edilmektedir. Diğer durumlarda önceki hesaplamalar ve tutarsızlıklar gözden geçirilmelidir. Sonuçlara göre eğer tutarsızlık tespit edilirse gereken düzeltmelerin yapılması sağlanmalıdır.

Uygulamamızda 4 adet karar verici verilerinin birleştirilmiş durumlarının tutarlılığı işlem örneği olarak ölçülmüştür. Bu ölçüm tam olarak doğru ve anlamlı verileri göstermeyebilir. Veri grupları olarak ana kriterler ve alt kriterlerin ikili karşılaştırmaları üzerinde tutarlılık ölçülmektedir. Tutarlılık ölçümleri her karar verici verisi üzerinde ilgili veri gruplarında ayrı ayrı yapıldığında tam anlamlı bir sonuç verecektir. Bu nedenle hesaplamalarda hem birleştirilmiş hem de ayrı ayrı olarak hesaplanmış veriler elde edilmiştir. Ayrı yapılan işlemlerde AHP yöntemi kullanılmıştır. Bazı durumlarda birleştirilmiş işlemler üzerinde tutarlılık sınırında aşılma olmasına rağmen ayrı ayrı her karar verici için bakıldığında verilerin tutarlı olduğu görülmüştür.

Durulaştırma işlemi değerleri olarak bahsedildiği üzere ilk en küçük değeri, orta değerin iki katı ve son büyük değeri toplayıp dörde bölerek elde edilen değerler

kullanılmaktadır. Yani başka bir deyişle bu kısımda durulaştırmaların tümü Liou ve Wang yönteminin $\alpha=0.5$ iyimserlik indeksi değeri baz alınarak elde edilmektedir.

Ana Kriterler Tutarlılık Ölçümü:

Durulaştırılmış(LW) ana kriter matrisi: (k-f-tes-tk-h-e-tid)

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1.625 & 2.125 & 5.75 & 4.5 & 2.875 & 8.5 \\ 0.875 & 1 & 1.625 & 4.5 & 3.25 & 2.375 & 8.5 \\ 0.792 & 0.96 & 1 & 4 & 3.5 & 1.75 & 7.75 \\ 0.182 & 0.23 & 0.27 & 1 & 0.71 & 0.354 & 7 \\ 0.23 & 0.33 & 0.32 & 1.875 & 1 & 0.542 & 7.25 \\ 0.71 & 0.77 & 0.625 & 3 & 2.5 & 1 & 6.75 \\ 0.118 & 0.118 & 0.13 & 0.143 & 0.14 & 0.153 & 1 \end{bmatrix}$$

Liou ve Wang yöntemi ile elde edilmiş ağırlık vektörü:

$$W = (w_k, w_f, w_{tes}, w_{tk}, w_h, w_e, w_{tid})^T \\ = (0.246, 0.208, 0.187, 0.092, 0.106, 0.145, 0.016)^T$$

ve λ 'nın hesaplanması için öncelikle A karşılaştırma matrisi ile W öncelik vektörünün matris çarpımından oluşan D sütun vektörü elde edilmektedir.

D sütun vektörü ile W sütun vektörünün karşılıklı elemanlarının bölümünden her bir değerlendirme faktörüne ilişkin temel değer (E) elde edilir. Bu değerlerin aritmetik ortalaması temel değeri (matrisin en büyük öz değerini - λ_{max}) verir. Bu hesaplama sona da tutarlılık göstergesi belirtilen formülde uygulanarak elde edilmiş olur. Sonraki işlemde bu tutarlılık göstergesi ve tablo kriter sayısına bağlı olarak değişen standart düzeltme değerinin kullanılması ile standart düzeltme değerine ulaşılmış olunur.

$$D = A \times W =$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 1.625 & 2.125 & 5.75 & 4.5 & 2.875 & 8.5 \\ 0.875 & 1 & 1.625 & 4.5 & 3.25 & 2.375 & 8.5 \\ 0.792 & 0.96 & 1 & 4 & 3.5 & 1.75 & 7.75 \\ 0.182 & 0.23 & 0.27 & 1 & 0.71 & 0.354 & 7 \\ 0.23 & 0.33 & 0.32 & 1.875 & 1 & 0.542 & 7.25 \\ 0.71 & 0.77 & 0.625 & 3 & 2.5 & 1 & 6.75 \\ 0.118 & 0.118 & 0.13 & 0.143 & 0.14 & 0.153 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.246 \\ 0.208 \\ 0.187 \\ 0.092 \\ 0.106 \\ 0.145 \\ 0.016 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2.54 \\ 1.966 \\ 1.698 \\ 0.474 \\ 0.658 \\ 1.246 \\ 0.144 \end{bmatrix}$$

Temel değerin (matrisin en büyük öz değerin - λ_{max}) hesaplanması şu şekilde gerçekleşir:

$$D = \begin{bmatrix} 2.54 \\ 1.966 \\ 1.698 \\ 0.474 \\ 0.658 \\ 1.246 \\ 0.144 \end{bmatrix} \text{ ve } W = \begin{bmatrix} 0.246 \\ 0.208 \\ 0.187 \\ 0.092 \\ 0.106 \\ 0.145 \\ 0.016 \end{bmatrix} \text{ ile; } E_i = \frac{d_i}{w_i} \text{ (} i = 1, 2, \dots, n \text{) ile } E = \begin{bmatrix} 10.325 \\ 9.452 \\ 9.08 \\ 5.15 \\ 6.208 \\ 8.593 \\ 9 \end{bmatrix}$$

elde edilir. n matris boyutu 7 olmak üzere,

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} = \frac{57.808}{7} = 8.26$$

hesaplanmasından sonra Tutarlılık Göstergesi (CI)

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{8.26 - 7}{6} = 0.21$$

işlemi ile elde edilir. CI , RI standart düzeltme değerine bölünerek CR elde edilir. RI , AHP tutarlılık ölçülmesi konusu içerisinde belirtilmiş olan tabloda kriter sayısına göre belirlenmiş değerdir.

$n=7$ olduğuna göre RI değeri = 1.32' dir

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.21}{1.32} = 0.16$$

Bu sonuçta verilerin birleştirilmesi nedeniyle tutarlılık sınırı aşılmış görülse de ($0.16 > 0.1$) her bir karar verici için tutarlılık hesaplamaları (AHP) yapıldığında CR değerleri:

Karar verici 1 için $CR = 0.054 < 0.1$,

Karar verici 2 için $CR = 0.048 < 0.1$,

Karar verici 3 için $CR = 0.076 < 0.1$,

Karar verici 4 için $CR = 0.06 < 0.1$.

elde edilmiş olup $0.0595 < 0.1$ ortalama CR değeri ile de tüm karar vericiler için ayrı ayrı olarak tutarlı olduğu gözlemlenmiştir.

Kalite Alt Kriterleri Tutarlılık Ölçülmesi:

$$D = A \times W = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 2.75 & 4.5 \\ 0.35 & 1 & 0.83 & 1 \\ 0.375 & 1.5 & 1 & 1.375 \\ 0.225 & 1.375 & 1 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.496 \\ 0.145 \\ 0.195 \\ 0.164 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2.205 \\ 0.644 \\ 0.824 \\ 0.670 \end{bmatrix}$$

A matrisi, durulaştırılmış kalite alt kriterleri matrisidir.

$$D = \begin{bmatrix} 2.205 \\ 0.644 \\ 0.824 \\ 0.670 \end{bmatrix} \quad \text{ve} \quad W = \begin{bmatrix} 0.496 \\ 0.145 \\ 0.195 \\ 0.164 \end{bmatrix} \quad \text{ise; } E_i = \frac{d_i}{w_i} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad \text{ile} \quad E = \begin{bmatrix} 4.45 \\ 4.44 \\ 4.23 \\ 4.09 \end{bmatrix}$$

elde edilir. n matris boyutu 4 olmak üzere,

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} = \frac{17.21}{4} = 4.3$$

hesaplanmasından sonra Tutarlılık Göstergesi (CI)

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{4.3 - 4}{3} = 0.1$$

$n=4$ olduğuna göre RI değeri 0.9

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.1}{0.9} = 0.11$$

Bu sonuçta verilerin birleştirilmesi ile tutarlılık sınırı aşıldığı görülse de ($0.11 > 0.1$) her bir karar verici için tutarlılık hesaplamaları yapıldığında(AHP) CR değerleri:

Karar verici 1 için $CR = 0.017 < 0.1$,

Karar verici 2 için $CR = 0.068 < 0.1$,

Karar verici 3 için $CR = 0.012 < 0.1$,

Karar verici 4 için $CR = 0.08 < 0.1$.

elde edilmiş olup $0.0263 < 0.1$ ortalama CR değeri ile de tüm karar vericiler için ayrı ayrı olarak tutarlı olduğu gözlemlenmiştir.

Fiyat Alt Kriterleri Tutarlılık Ölçülmesi:

$$D = A \times W = \begin{bmatrix} 1 & 5.25 & 3.25 \\ 0.19 & 1 & 0.31 \\ 0.31 & 3.25 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.61 \\ 0.1 \\ 0.29 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2.078 \\ 0.306 \\ 0.804 \end{bmatrix}$$

$$D = \begin{bmatrix} 2.078 \\ 0.306 \\ 0.804 \end{bmatrix} \quad W = \begin{bmatrix} 0.61 \\ 0.1 \\ 0.29 \end{bmatrix} \text{ ise; } E_i = \frac{d_i}{w_i} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \text{ ile } E = \begin{bmatrix} 3.41 \\ 3.06 \\ 2.77 \end{bmatrix} \text{ elde edilir.}$$

n matris boyutu 3 olmak üzere,

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} = \frac{9.24}{3} = 3.08$$

hesaplanmasından sonra Tutarlılık Göstergesi (CI)

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{3.08 - 3}{2} = 0.04$$

$n=3$ olduğuna göre RI değeri 0.58

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.04}{0.58} = 0.07$$

Bu sonuçta verilerin birleştirilmesi ile tutarlılık sınırı aşılmadığı görülmekte, ($0.07 < 0.1$) her bir karar verici için tutarlılık hesaplamaları yapıldığında(AHP) CR değerleri:

Karar verici 1 için $CR = 0.056 < 0.1$,

Karar verici 2 için $CR = 0.04 < 0.1$,

Karar verici 3 için $CR = 0.089 < 0.1$,

Karar verici 4 için $CR = 0.04 < 0.1$.

elde edilmiş olup $0.0563 < 0.1$ ortalama CR değeri ile de tüm karar vericiler için ayrı ayrı olarak tutarlı olduğu gözlemlenmiştir.

Teslimat Alt Kriterleri Tutarlılık Ölçülmesi:

$$D = A \times W = \begin{bmatrix} 1 & 0.83 & 0.83 & 2 \\ 1.5 & 1 & 1 & 2.25 \\ 1.5 & 1 & 1 & 2.25 \\ 0.58 & 0.54 & 0.54 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.247 \\ 0.305 \\ 0.305 \\ 0.143 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.039 \\ 1.302 \\ 1.302 \\ 0.616 \end{bmatrix}$$

$$D = \begin{bmatrix} 1.039 \\ 1.302 \\ 1.302 \\ 0.616 \end{bmatrix}, \quad W = \begin{bmatrix} 0.247 \\ 0.305 \\ 0.305 \\ 0.143 \end{bmatrix} \text{ ise; } E_i = \frac{d_i}{w_i} \quad (i = 1, 2, \dots, n) \text{ ile } E = \begin{bmatrix} 4.21 \\ 4.27 \\ 4.27 \\ 4.31 \end{bmatrix}$$

elde edilir. n matris boyutu 4 olmak üzere,

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} = \frac{17.06}{4} = 4.265$$

hesaplanmasından sonra Tutarlılık Göstergesi (CI)

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{4.265 - 4}{3} = 0.088$$

n=4 olduğuna göre RI değeri 0.9

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.088}{0.9} = 0.098$$

Bu sonuçta verilerin birleştirilmesi ile tutarlılık aşma sınırına çok yaklaşıldığı görülmekte, (0.098 < 0.1) her bir karar verici için tutarlılık hesaplamaları yapıldığında CR değerleri:

Karar verici 1 için $CR = 0.0 < 0.1$,

Karar verici 2 için $CR = 0.08 < 0.1$,

Karar verici 3 için $CR = 0.0 < 0.1$,

Karar verici 4 için $CR = 0.022 < 0.1$.

elde edilmiş olup $0.075 < 0.1$ ortalama CR değeri ile de tüm karar vericiler için ayrı ayrı olarak tutarlı olduğu gözlemlenmiştir.

Teknik Kapasite Alt Kriterleri Tutarlılık Ölçülmesi:

$$D = A \times W = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 3 \\ 1 & 1 & 3.25 \\ 0.46 & 0.45 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.405 \\ 0.433 \\ 0.162 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.324 \\ 1.365 \\ 0.543 \end{bmatrix}$$

$$D = \begin{bmatrix} 1.324 \\ 1.365 \\ 0.543 \end{bmatrix}, W = \begin{bmatrix} 0.405 \\ 0.433 \\ 0.162 \end{bmatrix} \text{ ise; } E_i = \frac{d_i}{w_i} \text{ (} i = 1, 2, \dots, n \text{) ile } E = \begin{bmatrix} 3.27 \\ 3.15 \\ 3.35 \end{bmatrix}$$

elde edilir. n matris boyutu 3 olmak üzere,

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} = \frac{9.77}{3} = 3.26$$

hesaplanmasından sonra Tutarlılık Göstergesi (CI)

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{3.26 - 3}{2} = 0.13$$

n=3 olduğuna göre RI değeri 0.58

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.13}{0.58} = 0.2$$

Bu sonuçta verilerin birleştirilmesi ile tutarlılık sınırı aşıldığı görülse de (0.2 > 0.1) her bir karar verici için tutarlılık hesaplamaları yapıldığında(AHP) CR değerleri:

Karar verici 1 için $CR = 0.0 < 0.1$,

Karar verici 2 için $CR = 0.01 < 0.1$,

Karar verici 3 için $CR = 0.006 < 0.1$,

Karar verici 4 için $CR = 0.01 < 0.1$.

elde edilmiş olup $0.065 < 0.1$ ortalama CR değeri ile de tüm karar vericiler için ayrı ayrı olarak tutarlı olduğu gözlemlenmiştir.

Hizmet Alt Kriterleri Tutarlılık Ölçülmesi:

$$D = A \times W = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 0.29 & 0.31 \\ 0.33 & 1 & 0.28 & 0.29 \\ 3.5 & 3.75 & 1 & 1.75 \\ 3.25 & 3.5 & 0.71 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.18 \\ 0.08 \\ 0.4 \\ 0.34 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.641 \\ 0.35 \\ 1.925 \\ 1.489 \end{bmatrix}$$
$$D = \begin{bmatrix} 0.641 \\ 0.35 \\ 1.925 \\ 1.489 \end{bmatrix}, W = \begin{bmatrix} 0.18 \\ 0.08 \\ 0.4 \\ 0.34 \end{bmatrix} \text{ ise; } E_i = \frac{d_i}{w_i} \text{ (} i = 1, 2, \dots, n \text{) ile } E = \begin{bmatrix} 3.56 \\ 4.38 \\ 4.81 \\ 4.38 \end{bmatrix}$$

elde edilir. n matris boyutu 4 olmak üzere,

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} = \frac{17.13}{4} = 4.28$$

hesaplanmasından sonra Tutarlılık Göstergesi (CI)

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{4.28 - 4}{3} = 0.09$$

$n=4$ olduğuna göre RI değeri 0.9

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.09}{0.9} = 0.1$$

Bu sonuçta verilerin birleştirilmesi ile tutarlılık sınırı üzerinde olduğu bulunsa da her bir karar verici için tutarlılık hesaplamaları yapıldığında(AHP) CR değerleri:

Karar verici 1 için $CR = 0.066 < 0.1$,

Karar verici 2 için $CR = 0.079 < 0.1$,

Karar verici 3 için $CR = 0.057 < 0.1$,

Karar verici 4 için $CR = 0.057 < 0.1$.

elde edilmiş olup $0.0648 < 0.1$ ortalama CR değeri ile de tüm karar vericiler için ayrı ayrı olarak tutarlı olduğu gözlemlenmiştir.

Esneklik Alt Kriterleri Tutarlılık Ölçülmesi:

$$D = A \times W = \begin{bmatrix} 1 & 3.5 & 1.25 & 5 \\ 0.3 & 1 & 0.375 & 2.5 \\ 0.875 & 2.75 & 1 & 4.25 \\ 0.21 & 0.42 & 0.238 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.422 \\ 0.162 \\ 0.344 \\ 0.072 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.779 \\ 0.598 \\ 1.465 \\ 0.311 \end{bmatrix}$$

$$D = \begin{bmatrix} 1.779 \\ 0.598 \\ 1.465 \\ 0.311 \end{bmatrix}, W = \begin{bmatrix} 0.422 \\ 0.162 \\ 0.344 \\ 0.072 \end{bmatrix} \text{ ise; } E_i = \frac{d_i}{w_i} \text{ (} i = 1, 2, \dots, n \text{) ile } E = \begin{bmatrix} 4.22 \\ 3.69 \\ 4.26 \\ 4.32 \end{bmatrix}$$

elde edilir. n matris boyutu 4 olmak üzere,

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} = \frac{16.49}{4} = 4.123$$

hesaplanmasından sonra Tutarlılık Göstergesi (CI)

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{4.123 - 4}{3} = 0.041$$

$n=4$ olduğuna göre RI değeri 0.9

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.041}{0.9} = 0.05$$

Bu sonuçta verilerin birleştirilmesi ile tutarlılık sınırı aşılmadığı görülmekte, ($0.05 < 0.1$) her bir karar verici için tutarlılık hesaplamaları yapıldığında (AHP) CR değerleri:

Karar verici 1 için $CR = 0.08 < 0.1$,

Karar verici 2 için $CR = 0.016 < 0.1$,

Karar verici 3 için $CR = 0.031 < 0.1$,

Karar verici 4 için $CR = 0.08 < 0.1$.

elde edilmiş olup $0.0158 < 0.1$ ortalama CR değeri ile de tüm karar vericiler için ayrı ayrı olarak tutarlı olduğu gözlemlenmiştir.

Tedarikçi İşletme Değerleri Alt Kriterleri Tutarlılık Ölçülmesi:

$$D = A \times W = \begin{bmatrix} 1 & 0.5 & 2.75 & 1.58 \\ 2 & 1 & 3.25 & 1.875 \\ 0.375 & 0.313 & 1 & 0.4 \\ 1.125 & 0.46 & 2.75 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0.258 \\ 0.368 \\ 0.092 \\ 0.282 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.141 \\ 1.712 \\ 0.417 \\ 0.995 \end{bmatrix}$$

$$D = \begin{bmatrix} 1.141 \\ 1.712 \\ 0.417 \\ 0.995 \end{bmatrix}, W = \begin{bmatrix} 0.258 \\ 0.368 \\ 0.092 \\ 0.282 \end{bmatrix} \text{ ise; } E_i = \frac{d_i}{w_i} \text{ (} i = 1, 2, \dots, n \text{) ile } E = \begin{bmatrix} 4.42 \\ 4.65 \\ 4.53 \\ 3.53 \end{bmatrix}$$

elde edilir. n matris boyutu 4 olmak üzere,

$$\lambda_{max} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i}{n} = \frac{17.13}{4} = 4.28$$

hesaplanmasından sonra Tutarlılık Göstergesi (CI)

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} = \frac{4.283 - 4}{3} = 0.09$$

$n=4$ olduğuna göre RI değeri 0.9

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0.09}{0.9} = 0.1$$

Bu sonuçta verilerin birleştirilmesi ile tutarlılık sınırı üzerinde olduğu görülse de (0.1) her bir karar verici için tutarlılık hesaplamaları yapıldığında(AHP) CR değerleri:

Karar verici 1 için $CR = 0.032 < 0.1$,

Karar verici 2 için $CR = 0.026 < 0.1$,

Karar verici 3 için $CR = 0.026 < 0.1$,

Karar verici 4 için $CR = 0.01 < 0.1$.

ve $0.0235 < 0.1$ ortalama CR değeri ile tutarlı olduğu gözlemlenmiştir.

10.6.3. Performans Değerlendirme Ağırlıkları Hesaplanması

Tutarlı verilerimiz üzerinden elde ettiğimiz ikili karşılaştırmalardan hesaplanmış ana kriterler ve alt kriterlerin ağırlık vektörleri yardımıyla son aşama olarak seçeneklerin yani tedarikçilerin performans değerlendirme sıralamalarının hesaplanması işlemini değerlendirme sorularına verilen cevaplar ile elde ettiğimiz ilgili tablolar üzerinden işlemler ile gerçekleştirilmektedir.

Ağırlıkların hesaplamaları işlemleri sonuçları aşağıda belirtilen değerlendirme tablolarında detaylı olarak gösterilmiştir.

Tablo 59: Kalite Değerlendirmeleri (GA+LW)

	w_{k1}	w_{k2}	w_{k3}	w_{k4}		
w_{ki}	0.496	0.145	0.195	0.164		
ted/k	k1	k2	k3	k4	Toplam Ağırlık Vektörü	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	7	8	7	7	7.145	0.32
ted2	7	9	9	8	7.844	0.35
ted3	8	8	7	5	7.313	0.33

Tablo 60: Fiyat Değerlendirmeleri (GA+LW)

	w_{f1}	w_{f2}	w_{f3}		
w_{fi}	0.61	0.1	0.29		
ted/f	f1	f2	f3	Toplam Ağırlık Vektörü	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	8	7	4	6.74	0.32
ted2	8	7	6	7.32	0.35
ted3	7	6	7	6.9	0.33

Tablo 61: Teslimat Değerlendirmeleri (GA+LW)

	w_{tes1}	w_{tes2}	w_{tes3}	w_{tes4}		
w_{tesi}	0.247	0.305	0.305	0.143		
ted/tes	tes1	tes2	tes3	tes4	Toplam Ağırlık Vektörü	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	7	8	8	5	7.324	0.329
ted2	8	8	7	6	7.409	0.333
ted3	6	8	8	8	7.506	0.338

Tablo 62: Teknik Kapasite Değerlendirmeleri (GA+LW)

	w_{tk1}	w_{tk2}	w_{tk3}		
w_{tki}	0.405	0.433	0.162		
ted/tk	tk1	tk2	tk3	Toplam Ağırlık Vektörü	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	6	5	7	5.729	0.313
ted2	7	7	6	6.838	0.373
ted3	5	6	7	5.757	0.314

Tablo 63: Hizmet Değerlendirmeleri (GA+LW)

	w_{h1}	w_{h2}	w_{h3}	w_{h4}		
w_{hi}	0.18	0.08	0.4	0.34		
ted/h	h1	h2	h3	h4	Toplam Ağırlık Vektörü	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	6	7	7	7	6.82	0.304
ted2	8	8	9	9	8.74	0.390
ted3	6	7	8	6	6.88	0.307

Tablo 64: Esneklik Değerlendirmeleri (GA+LW)

	w_{e1}	w_{e2}	w_{e3}	w_{e4}		
w_{ei}	0.422	0.162	0.344	0.072		
ted/e	e1	e2	e3	e4	Toplam Ağırlık Vektörü	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	8	9	7	5	7.602	0.34
ted2	8	9	8	5	7.946	0.35
ted3	8	7	6	5	6.934	0.31

Tablo 65: Tedarikçi İşletme Değerleri Değerlendirmeleri (GA+LW)

	w_{tid1}	w_{tid2}	w_{tid3}	w_{tid4}		
w_{tidi}	0.258	0.368	0.092	0.282		
ted/tid	tid1	tid2	tid3	tid4	Toplam Ağırlık Vektörü	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	2	5	2	2	3.104	0.29
ted2	2	7	3	3	4.214	0.39
ted3	2	6	2	2	3.472	0.32

Tablo 66: Genel Performans Değerlendirmesi: (GA+LW)

	w_k	w_f	w_{tes}	w_{tk}	w_h	w_e	w_{tid}	
w_i	0.246	0.208	0.187	0.092	0.106	0.145	0.016	
ted/ kriter	k	f	tes	tk	h	e	tid	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	0.32	0.32	0.329	0.313	0.304	0.34	0.29	0.322
ted2	0.35	0.35	0.333	0.373	0.390	0.35	0.39	0.354
ted3	0.33	0.33	0.338	0.314	0.307	0.31	0.32	0.324

10.7. YENİ YÖNTEMİN BULANIK OLMAYAN YAPI İLE HER BİR KARAR VERİCİ ÜZERİNDE UYGULANMASI

Bu bölümde (bulanık olmayan) uygulama ile birlikte detaylı olarak açıklanmaya çalışılan yeni çok kriterli karar verme yönteminin AHP yöntemi içerisinde kullanılan veriler ile gerçekleştirilecektir. Bu veriler ikili karşılaştırmalar için karar verici bazında alınan herhangi bir işleme tutulmamış verilerden oluşmaktadır.

Ağırlık elde etme formülü şu şekildedir:

A ikili karşılaştırma matrisini, a bu matris içerisinde seçilen herhangi bir sütun vektörünü, r simgesi her bir hücre içeriğinin çarpma işlemine göre tersi alma

işlemini, T matris-vektör transpozu alma işlemini, N simgesi ise de normalizasyon işlemini göstermektedir.

$$W = (((a^r)^T x A)^r)^N$$

Yöntemin ilk uygulandığı karar verici 1 için ana kriter ikili karşılaştırmaları için açıklamalı olarak adımlarıyla anlatılmaya çalışılacak, diğer işlemler daha özet ve kısa nitelikte gerçekleştirilecektir.

10.7.1. Ağırlıkların Elde Edilmesi

a) Karar Verici 1 Verileri Uygulaması:

(Karar Verici 1) Ana Kriter İkili Karşılaştırmaları:

Ana kriterlerin ikili karşılaştırma matrisi karar verici 1 için A_{KV1} matrisi üzerinde belirtildiği gibidir.

$$A_{KV1} = \begin{bmatrix} KV1 & k & f & tes & tk & h & e & tid \\ k & 1 & 2 & \frac{1}{2} & 4 & 3 & 1/2 & 9 \\ f & \frac{1}{2} & 1 & \frac{1}{2} & 3 & 2 & \frac{1}{2} & 9 \\ tes & 2 & 2 & 1 & 6 & 5 & 1 & 9 \\ tk & \frac{1}{4} & \frac{1}{3} & \frac{1}{6} & 1 & \frac{1}{2} & \frac{1}{4} & 8 \\ h & \frac{1}{3} & \frac{1}{2} & \frac{1}{5} & 2 & 1 & \frac{1}{3} & 8 \\ e & 2 & 2 & 1 & 4 & 3 & 1 & 7 \\ tid & \frac{1}{9} & \frac{1}{9} & \frac{1}{9} & \frac{1}{8} & \frac{1}{8} & \frac{1}{7} & 1 \end{bmatrix}$$

İlk adım benzer şekilde herhangi bir sütun seçilerek o sütunun(vektörün) her bir hücresinin çarpmaya göre tersi kullanılır. Yani doğrudan seçilen satıra karşılık gelmektedir.

İlk sütunun yani k-Kalite sütununun tersini (Ters alma işlemi r simgesi ile belirtilmektedir.) işlemlerde kullanmak üzere elde edelim. İşlem içerisinde vektörün transpozu kullanılacağından transpoz hali gösterilmiştir. Bu işlemi yapmadan doğrudan kalite satırını da alabiliriz çünkü işlem sonucu kalite satırını (yani bulanık olmayan yapılarda herhangi bir sütun yerine satır seçilebilir) verir.

$$(k^r)^T = \left[1 \quad 2 \quad \frac{1}{2} \quad 4 \quad 3 \quad \frac{1}{2} \quad 9 \right]$$

Yöntemin ağırlık vektörü formülü W ile gösterilirse;

$$W = (((k^r)^T x A_{KV1})^r)^N$$

Burada N işlemi normalizasyonu gösterirken bulanık çarpma sembolü yerine klasik matris çarpım işlemi(x) gerçekleştirilir. Yine belirtildiği üzere r ile de her hücre içeriğinin çarpmaya göre tersi değerlerinin elde edilmesi ile verilerin matris formunda gösterimini simgelemektedir. $W = (((k^r)^T x A_{KV1})^r)^N$

$$W = \left(\left(\left[\begin{array}{cccccc} 1 & 2 & \frac{1}{2} & 4 & 3 & \frac{1}{2} & 9 \end{array} \right] x \left[\begin{array}{cccccc} 1 & 2 & \frac{1}{2} & 4 & 3 & 1/2 & 9 \\ \frac{1}{2} & 1 & \frac{1}{2} & 3 & 2 & \frac{1}{2} & 9 \\ 2 & 2 & 1 & 6 & 5 & 1 & 9 \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{3} & \frac{1}{6} & 1 & \frac{1}{2} & \frac{1}{4} & 8 \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{2} & \frac{1}{5} & 2 & 1 & \frac{1}{3} & 8 \\ 2 & 2 & 1 & 4 & 3 & 1 & 7 \\ \frac{1}{9} & \frac{1}{9} & \frac{1}{9} & \frac{1}{8} & \frac{1}{8} & \frac{1}{7} & 1 \end{array} \right] \right)^r \right)^N$$

$$W = ([6.998 \quad 9.831 \quad 4.767 \quad 26.125 \quad 17.125 \quad 5.786 \quad 100])^r)^N$$

$$W = ([0.143 \quad 0.102 \quad 0.21 \quad 0.038 \quad 0.058 \quad 0.173 \quad 0.01])^N$$

$$W = [0.195 \quad 0.139 \quad 0.286 \quad 0.052 \quad 0.079 \quad 0.236 \quad 0.014]$$

Elde edilen ağırlık vektörü içeriği, karar verici 1 için ağırlıklarına göre ana kriterler sırasıyla %28.6 ile teslimat, %23.6 ile esneklik, %19.5 ile kalite, %13.9 ile fiyat, %7.9 ile hizmet, %5.2 ile teknik kapasite ve %1.4 ile de tedarikçi işletme değerleri olarak yorumlanır.

(Karar Verici 1) Kalite Alt Kriterleri İkili Karşılaştırmaları:

$$K = \begin{bmatrix} 1 & 4 & 2 & 4 \\ \frac{1}{4} & 1 & \frac{1}{3} & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} & 3 & 1 & 2 \\ \frac{1}{4} & 2 & \frac{1}{2} & 1 \end{bmatrix}, \quad (k1^r)^T = [1 \quad 4 \quad 2 \quad 4]$$

$$W = (((k1^r)^T x K)^r)^N$$

$$\begin{aligned}
W &= \left(\left(\begin{bmatrix} 1 & 4 & 2 & 4 \end{bmatrix} x \begin{bmatrix} 1 & 4 & 2 & 4 \\ \frac{1}{4} & 1 & \frac{1}{3} & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} & 3 & 1 & 2 \\ \frac{1}{4} & 2 & \frac{1}{2} & 1 \end{bmatrix} \right)^r \right)^N \\
&= ((4 \quad 22 \quad 7.332 \quad 14)^r)^N \\
&= (0.25 \quad 0.046 \quad 0.136 \quad 0.071)^N \\
&= (0.497 \quad 0.092 \quad 0.27 \quad 0.14)
\end{aligned}$$

(Karar Verici 1) Fiyat Alt Kriterleri İkili Karşılaştırmaları:

$$F = \begin{bmatrix} 1 & 6 & 4 \\ \frac{1}{6} & 1 & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{4} & 3 & 1 \end{bmatrix}, \quad (f1^r)^T = [1 \quad 6 \quad 4]$$

$$W = (((f1^r)^T x F)^r)^N$$

$$\begin{aligned}
W &= \left(\left(\begin{bmatrix} 1 & 6 & 4 \end{bmatrix} x \begin{bmatrix} 1 & 6 & 4 \\ \frac{1}{6} & 1 & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{4} & 3 & 1 \end{bmatrix} \right)^r \right)^N \\
&= ((3.002 \quad 24 \quad 9.998)^r)^N \\
&= (0.333 \quad 0.042 \quad 0.1)^N \\
&= (0.701 \quad 0.088 \quad 0.211)
\end{aligned}$$

(Karar Verici 1) Teslimat Alt Kriterleri İkili Karşılaştırmaları:

$$TES = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 3 \\ 1 & 1 & 1 & 3 \\ 1 & 1 & 1 & 3 \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & 1 \end{bmatrix}, \quad (tes1^r)^T = [1 \quad 1 \quad 1 \quad 3]$$

$$W = (((tes1^r)^T x TES)^r)^N$$

$$\begin{aligned}
W &= \left(\left(\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 3 \end{bmatrix} x \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 3 \\ 1 & 1 & 1 & 3 \\ 1 & 1 & 1 & 3 \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & 1 \end{bmatrix} \right)^r \right)^N \\
&= ((3.999 \quad 3.999 \quad 3.999 \quad 12)^r)^N
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= (0.25 \quad 0.25 \quad 0.25 \quad 0.083)^N \\
&= (0.3 \quad 0.3 \quad 0.3 \quad 0.1)
\end{aligned}$$

(Karar Verici 1) Teknik Kapasite Alt Kriterleri İkili Karşılaştırmaları:

$$TK = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}, \quad (tk1^r)^T = [1 \quad 1 \quad 1]$$

$$W = (((tk1^r)^T x TK)^r)^N$$

$$\begin{aligned}
W &= \left(\left(\left([1 \quad 1 \quad 1] x \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \right)^r \right)^N \right) \\
&= ((3 \quad 3 \quad 3)^r)^N \\
&= (0.333 \quad 0.333 \quad 0.333)^N \\
&= (0.333 \quad 0.333 \quad 0.333)
\end{aligned}$$

(Karar Verici 1) Hizmet Alt Kriterleri İkili Karşılaştırmaları:

$$H = \begin{bmatrix} 1 & 3 & \frac{1}{4} & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{5} & \frac{1}{4} \\ 4 & 5 & 1 & 3 \\ 3 & 4 & \frac{1}{3} & 1 \end{bmatrix}, \quad (h1^r)^T = \left[1 \quad 3 \quad \frac{1}{4} \quad \frac{1}{3} \right]$$

$$W = (((h1^r)^T x H)^r)^N$$

$$\begin{aligned}
W &= \left(\left(\left(\left[1 \quad 3 \quad \frac{1}{4} \quad \frac{1}{3} \right] x \begin{bmatrix} 1 & 3 & \frac{1}{4} & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{5} & \frac{1}{4} \\ 4 & 5 & 1 & 3 \\ 3 & 4 & \frac{1}{3} & 1 \end{bmatrix} \right)^r \right)^N \right) \\
&= ((3.998 \quad 8.582 \quad 1.211 \quad 2.166)^r)^N \\
&= (0.25 \quad 0.117 \quad 0.826 \quad 0.462)^N \\
&= (0.151 \quad 0.071 \quad 0.499 \quad 0.279)
\end{aligned}$$

(Karar Verici 1) Esneklik Alt Kriterleri İkili Karşılaştırmaları:

$$E = \begin{bmatrix} 1 & 5 & 2 & 7 \\ \frac{1}{5} & 1 & \frac{1}{3} & 2 \\ \frac{1}{2} & 3 & 1 & 4 \\ \frac{1}{7} & \frac{1}{2} & \frac{1}{4} & 1 \end{bmatrix}, \quad (e1^r)^T = [1 \quad 5 \quad 2 \quad 7]$$

$$W = (((e1^r)^T x E)^r)^N$$

$$\begin{aligned} W &= \left(\left(\begin{bmatrix} 1 & 5 & 2 & 7 \end{bmatrix} x \begin{bmatrix} 1 & 5 & 2 & 7 \\ \frac{1}{5} & 1 & \frac{1}{3} & 2 \\ \frac{1}{2} & 3 & 1 & 4 \\ \frac{1}{7} & \frac{1}{2} & \frac{1}{4} & 1 \end{bmatrix} \right)^r \right)^N \\ &= ((4 \quad 19.5 \quad 7.415 \quad 32)^r)^N \\ &= (0.25 \quad 0.051 \quad 0.135 \quad 0.031)^N \\ &= (0.535 \quad 0.109 \quad 0.289 \quad 0.066) \end{aligned}$$

(Karar Verici 1) Tedarikçi İşletme Değerleri Alt Kriterleri İkili Karşılaştırmaları:

$$TİD = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{2} & 3 & 2 \\ 2 & 1 & 4 & 3 \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{4} & 1 & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{3} & 3 & 1 \end{bmatrix}, \quad (tid2^r)^T = [2 \quad 1 \quad 4 \quad 3]$$

$$W = (((tid2^r)^T x TİD)^r)^N$$

$$\begin{aligned} W &= \left(\left(\begin{bmatrix} 2 & 1 & 4 & 3 \end{bmatrix} x \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{2} & 3 & 2 \\ 2 & 1 & 4 & 3 \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{4} & 1 & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{3} & 3 & 1 \end{bmatrix} \right)^r \right)^N \\ &= ((6.832 \quad 3.999 \quad 23 \quad 11.332)^r)^N \\ &= (0.146 \quad 0.25 \quad 0.044 \quad 0.088)^N \\ &= (0.277 \quad 0.474 \quad 0.083 \quad 0.167) \end{aligned}$$

Karar Verici 2 Verileri Uygulaması:

(Karar Verici 2) Ana Kriter İkili Karşılaştırmaları:

$$A_{KV2} = \begin{bmatrix} KV2 & k & f & tes & tk & h & e & tid \\ k & 1 & 2 & 3 & 6 & 5 & 4 & 9 \\ f & \frac{1}{2} & 1 & 1 & 5 & 3 & 2 & 9 \\ tes & \frac{1}{3} & 1 & 1 & 3 & 2 & 2 & 8 \\ tk & \frac{1}{6} & \frac{1}{5} & \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{2} & \frac{1}{3} & 7 \\ h & \frac{1}{5} & \frac{1}{3} & \frac{1}{2} & 2 & 1 & \frac{1}{2} & 8 \\ e & \frac{1}{4} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 3 & 2 & 1 & 8 \\ tid & \frac{1}{9} & \frac{1}{9} & \frac{1}{8} & \frac{1}{7} & \frac{1}{8} & \frac{1}{8} & 1 \end{bmatrix}$$

$$(k^r)^T = [1 \quad 2 \quad 3 \quad 6 \quad 5 \quad 4 \quad 9]$$

$$W = (((k^r)^T x A_{KV2})^r)^N$$

$$W = \left(\left([1 \quad 2 \quad 3 \quad 6 \quad 5 \quad 4 \quad 9] x \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 6 & 5 & 4 & 9 \\ \frac{1}{2} & 1 & 1 & 5 & 3 & 2 & 9 \\ \frac{1}{3} & 1 & 1 & 3 & 2 & 2 & 8 \\ \frac{1}{6} & \frac{1}{5} & \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{2} & \frac{1}{3} & 7 \\ \frac{1}{5} & \frac{1}{3} & \frac{1}{2} & 2 & 1 & \frac{1}{2} & 8 \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 3 & 2 & 1 & 8 \\ \frac{1}{9} & \frac{1}{9} & \frac{1}{8} & \frac{1}{7} & \frac{1}{8} & \frac{1}{8} & 1 \end{bmatrix} \right)^r \right)^N$$

$$W = ((([7 \quad 12.864 \quad 15.623 \quad 54.287 \quad 34.125 \quad 23.623 \quad 174])^r)^N$$

$$W = ([0.143 \quad 0.078 \quad 0.064 \quad 0.018 \quad 0.029 \quad 0.042 \quad 0.006])^N$$

$$W = [0.376 \quad 0.205 \quad 0.168 \quad 0.047 \quad 0.076 \quad 0.111 \quad 0.016]$$

(Karar Verici 2) Kalite Alt Kriterleri İkili Karşılaştırmaları:

$$K = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 3 & 5 \\ \frac{1}{3} & 1 & 1 & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{3} & 1 & 1 & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{5} & 2 & 2 & 1 \end{bmatrix}, \quad (k1^r)^T = [1 \quad 3 \quad 3 \quad 5]$$

$$W = (((k1^r)^T x K)^r)^N$$

$$\begin{aligned}
W &= \left(\left(\left([1 \quad 3 \quad 3 \quad 5] x \begin{bmatrix} 1 & 3 & 3 & 5 \\ \frac{1}{3} & 1 & 1 & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{3} & 1 & 1 & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{5} & 2 & 2 & 1 \end{bmatrix} \right)^r \right)^N \\
&= ((3.998 \quad 19 \quad 19 \quad 13)r)^N \\
&= (0.25 \quad 0.053 \quad 0.053 \quad 0.077)^N \\
&= (0.577 \quad 0.122 \quad 0.122 \quad 0.178)
\end{aligned}$$

(Karar Verici 2) Fiyat Alt Kriterleri İkili Karşılaştırmaları:

$$F = \begin{bmatrix} 1 & 5 & 3 \\ \frac{1}{5} & 1 & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{3} & 3 & 1 \end{bmatrix}, \quad (f1^r)^T = [1 \quad 5 \quad 3]$$

$$W = (((f1^r)^T x F)^r)^N$$

$$\begin{aligned}
W &= \left(\left(\left([1 \quad 5 \quad 3] x \begin{bmatrix} 1 & 5 & 3 \\ \frac{1}{5} & 1 & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{3} & 3 & 1 \end{bmatrix} \right)^r \right)^N \\
&= ((3 \quad 19 \quad 7.665)r)^N \\
&= (0.333 \quad 0.053 \quad 0.131)^N \\
&= (0.644 \quad 0.103 \quad 0.253)
\end{aligned}$$

(Karar Verici 2) Teslimat Alt Kriterleri İkili Karşılaştırmaları:

$$TES = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 2 \\ 1 & 1 & 1 & 2 \\ 1 & 1 & 1 & 2 \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 1 \end{bmatrix}, \quad (tes1^r)^T = [1 \quad 1 \quad 1 \quad 2]$$

$$W = (((tes1^r)^T x TES)^r)^N$$

$$\begin{aligned}
W &= \left(\left(\left([1 \quad 1 \quad 1 \quad 2] x \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 2 \\ 1 & 1 & 1 & 2 \\ 1 & 1 & 1 & 2 \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 1 \end{bmatrix} \right)^r \right)^N \\
&= ((4 \quad 4 \quad 4 \quad 8)r)^N
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= (0.25 \quad 0.25 \quad 0.25 \quad 0.125)^N \\
&= (0.286 \quad 0.286 \quad 0.286 \quad 0.143)
\end{aligned}$$

(Karar Verici 2) Teknik Kapasite Alt Kriterleri İkili Karşılaştırmaları:

$$TK = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 4 \\ 1 & 1 & 3 \\ 1 & 1 & 3 \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{3} & 1 \end{bmatrix}, \quad (tk1^r)^T = [1 \quad 1 \quad 4]$$

$$W = (((tk1^r)^T x TK)^r)^N$$

$$\begin{aligned}
W &= \left(\left([1 \quad 1 \quad 4] x \begin{bmatrix} 1 & 1 & 4 \\ 1 & 1 & 3 \\ 1 & 1 & 3 \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{3} & 1 \end{bmatrix} \right)^r \right)^N \\
&= ((3 \quad 3.332 \quad 11)^r)^N \\
&= (0.333 \quad 0.3 \quad 0.091)^N \\
&= (0.46 \quad 0.414 \quad 0.126)
\end{aligned}$$

(Karar Verici 2) Hizmet Alt Kriterleri İkili Karşılaştırmaları:

$$H = \begin{bmatrix} 1 & 3 & \frac{1}{4} & \frac{1}{4} \\ \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{4} & \frac{1}{4} \\ 4 & 4 & 1 & 2 \\ 4 & 4 & \frac{1}{2} & 1 \end{bmatrix}, \quad (h3^r)^T = [4 \quad 4 \quad 1 \quad 2]$$

$$W = (((h3^r)^T x H)^r)^N$$

$$\begin{aligned}
W &= \left(\left([4 \quad 4 \quad 1 \quad 2] x \begin{bmatrix} 1 & 3 & \frac{1}{4} & \frac{1}{4} \\ \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{4} & \frac{1}{4} \\ 4 & 4 & 1 & 2 \\ 4 & 4 & \frac{1}{2} & 1 \end{bmatrix} \right)^r \right)^N \\
&= ((17.332 \quad 28 \quad 4 \quad 6)^r)^N \\
&= (0.058 \quad 0.036 \quad 0.25 \quad 0.167)^N \\
&= (0.114 \quad 0.071 \quad 0.489 \quad 0.327)
\end{aligned}$$

(Karar Verici 2) Esneklik Alt Kriterleri İkili Karşılaştırmaları:

$$E = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 1 & 5 \\ \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{3} & 3 \\ 1 & 3 & 1 & 5 \\ \frac{1}{5} & \frac{1}{3} & \frac{1}{5} & 1 \end{bmatrix}, \quad (e1^r)^T = [1 \quad 3 \quad 1 \quad 5]$$

$$W = (((e1^r)^T x E)^r)^N$$

$$\begin{aligned} W &= \left(\left(\begin{bmatrix} 1 & 3 & 1 & 5 \\ \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{3} & 3 \\ 1 & 3 & 1 & 5 \\ \frac{1}{5} & \frac{1}{3} & \frac{1}{5} & 1 \end{bmatrix} x \begin{bmatrix} 1 & 3 & 1 & 5 \\ \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{3} & 3 \\ 1 & 3 & 1 & 5 \\ \frac{1}{5} & \frac{1}{3} & \frac{1}{5} & 1 \end{bmatrix} \right)^r \right)^N \\ &= ((4 \quad 10.665 \quad 4 \quad 24)^r)^N \\ &= (0.25 \quad 0.094 \quad 0.25 \quad 0.042)^N \\ &= (0.393 \quad 0.148 \quad 0.393 \quad 0.066) \end{aligned}$$

(Karar Verici 2) Tedarikçi İşletme Değerleri Alt Kriterleri İkili Karşılaştırmaları:

$$T\dot{I}D = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{2} & 3 & 2 \\ 2 & 1 & 3 & 2 \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 2 & 1 \end{bmatrix}, \quad (tid2^r)^T = [2 \quad 1 \quad 3 \quad 2]$$

$$W = (((tid2^r)^T x T\dot{I}D)^r)^N$$

$$\begin{aligned} W &= \left(\left(\begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{2} & 3 & 2 \\ 2 & 1 & 3 & 2 \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 2 & 1 \end{bmatrix} x \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{2} & 3 & 2 \\ 2 & 1 & 3 & 2 \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 2 & 1 \end{bmatrix} \right)^r \right)^N \\ &= ((6 \quad 4 \quad 16 \quad 9.5)^r)^N \\ &= (0.167 \quad 0.25 \quad 0.063 \quad 0.105)^N \\ &= (0.286 \quad 0.427 \quad 0.108 \quad 0.18) \end{aligned}$$

c) Karar Verici 3 Verileri Uygulaması:

(Karar Verici 3) Ana Kriter İkili Karşılaştırmaları:

$$A_{KV3} = \begin{bmatrix} KV3 & k & f & tes & tk & h & e & tid \\ k & 1 & \frac{1}{2} & 2 & 7 & 5 & 3 & 8 \\ f & 2 & 1 & 3 & 5 & 4 & 4 & 8 \\ tes & \frac{1}{2} & \frac{1}{3} & 1 & 3 & 4 & 2 & 7 \\ tk & \frac{1}{7} & \frac{1}{5} & \frac{1}{3} & 1 & 2 & \frac{1}{2} & 7 \\ h & \frac{1}{5} & \frac{1}{4} & \frac{1}{4} & \frac{1}{2} & 1 & \frac{1}{3} & 7 \\ e & \frac{1}{3} & \frac{1}{4} & \frac{1}{2} & 2 & 3 & 1 & 7 \\ tid & \frac{1}{8} & \frac{1}{8} & \frac{1}{7} & \frac{1}{7} & \frac{1}{7} & \frac{1}{7} & 1 \end{bmatrix}$$

$$(k^r)^T = \left[1 \quad \frac{1}{2} \quad 2 \quad 7 \quad 5 \quad 3 \quad 8 \right]$$

$$W = (((k^r)^T x A_{KV3})^r)^N$$

$$W = \left(\left(\left[1 \quad \frac{1}{2} \quad 2 \quad 7 \quad 5 \quad 3 \quad 8 \right] x \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{2} & 2 & 7 & 5 & 3 & 8 \\ 2 & 1 & 3 & 5 & 4 & 4 & 8 \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{3} & 1 & 3 & 4 & 2 & 7 \\ \frac{1}{7} & \frac{1}{5} & \frac{1}{3} & 1 & 2 & \frac{1}{2} & 7 \\ \frac{1}{5} & \frac{1}{4} & \frac{1}{4} & \frac{1}{2} & 1 & \frac{1}{3} & 7 \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{4} & \frac{1}{2} & 2 & 3 & 1 & 7 \\ \frac{1}{8} & \frac{1}{8} & \frac{1}{7} & \frac{1}{7} & \frac{1}{7} & \frac{1}{7} & 1 \end{bmatrix} \right)^r \right)^N$$

$$W = (([7 \quad 6.066 \quad 11.725 \quad 32.144 \quad 44.144 \quad 18.309 \quad 139])^r)^N$$

$$W = ([0.143 \quad 0.165 \quad 0.085 \quad 0.031 \quad 0.023 \quad 0.055 \quad 0.007])^N$$

$$W = [0.281 \quad 0.324 \quad 0.167 \quad 0.061 \quad 0.045 \quad 0.108 \quad 0.014].$$

(Karar Verici 3) Kalite Alt Kriterleri İkili Karşılaştırmaları:

$$K = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 3 & 5 \\ \frac{1}{3} & 1 & 1 & 1 \\ \frac{1}{3} & 1 & 1 & 1 \\ \frac{1}{5} & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}, \quad (k1^r)^T = [1 \quad 3 \quad 3 \quad 5]$$

$$W = (((k1^r)^T x K)^r)^N$$

$$\begin{aligned} W &= \left(\left(\begin{bmatrix} 1 & 3 & 3 & 5 \end{bmatrix} x \begin{bmatrix} 1 & 3 & 3 & 5 \\ \frac{1}{3} & 1 & 1 & 1 \\ \frac{1}{3} & 1 & 1 & 1 \\ \frac{1}{5} & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \right)^r \right)^N \\ &= ((3.998 \quad 14 \quad 14 \quad 16)^r)^N \\ &= (0.25 \quad 0.071 \quad 0.071 \quad 0.063)^N \\ &= (0.55 \quad 0.156 \quad 0.156 \quad 0.139). \end{aligned}$$

(Karar Verici 3) Fiyat Alt Kriterleri İkili Karşılaştırmaları:

$$F = \begin{bmatrix} 1 & 5 & 3 \\ \frac{1}{5} & 1 & \frac{1}{4} \\ \frac{1}{3} & 4 & 1 \end{bmatrix}, \quad (f1^r)^T = [1 \quad 5 \quad 3]$$

$$W = (((f1^r)^T x F)^r)^N$$

$$\begin{aligned} W &= \left(\left(\begin{bmatrix} 1 & 5 & 3 \end{bmatrix} x \begin{bmatrix} 1 & 5 & 3 \\ \frac{1}{5} & 1 & \frac{1}{4} \\ \frac{1}{3} & 4 & 1 \end{bmatrix} \right)^r \right)^N \\ &= ((3 \quad 22 \quad 7.25)^r)^N \\ &= (0.333 \quad 0.046 \quad 0.138)^N \\ &= (0.644 \quad 0.089 \quad 0.267) \end{aligned}$$

(Karar Verici 3) Teslimat Alt Kriterleri İkili Karşılaştırmaları:

$$TES = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}, \quad (tes1^r)^T = [1 \quad 1 \quad 1 \quad 1]$$

$$W = (((tes1^r)^T x TES)^r)^N$$

$$\begin{aligned} W &= \left(\left(\left([1 \quad 1 \quad 1 \quad 1] x \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \right)^r \right)^N \right) \\ &= ((4 \quad 4 \quad 4 \quad 4)^r)^N \\ &= (0.25 \quad 0.25 \quad 0.25 \quad 0.25)^N \\ &= (0.25 \quad 0.25 \quad 0.25 \quad 0.25) \end{aligned}$$

(Karar Verici 3) Teknik Kapasite Alt Kriterleri İkili Karşılaştırmaları:

$$TK = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 4 \\ 1 & 1 & 5 \\ 1 & 1 & 1 \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{5} & 1 \end{bmatrix}, \quad (tk1^r)^T = [1 \quad 1 \quad 4]$$

$$W = (((tk1^r)^T x TK)^r)^N$$

$$\begin{aligned} W &= \left(\left(\left([1 \quad 1 \quad 4] x \begin{bmatrix} 1 & 1 & 4 \\ 1 & 1 & 5 \\ 1 & 1 & 1 \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{5} & 1 \end{bmatrix} \right)^r \right)^N \right) \\ &= ((3 \quad 2.8 \quad 13)^r)^N \\ &= (0.333 \quad 0.357 \quad 0.077)^N \\ &= (0.434 \quad 0.466 \quad 0.1). \end{aligned}$$

(Karar Verici 3) Hizmet Alt Kriterleri İkili Karşılaştırmaları:

$$H = \begin{bmatrix} 1 & 3 & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \\ 3 & 3 & 1 & 1 \\ 3 & 3 & 1 & 1 \end{bmatrix}, \quad (h3^r)^T = [3 \quad 3 \quad 1 \quad 1]$$

$$W = (((h3^r)^T x H)^r)^N$$

$$\begin{aligned}
W &= \left(\left(\begin{bmatrix} 1 & 3 & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \\ 3 & 3 & 1 & 1 \\ 3 & 3 & 1 & 1 \end{bmatrix} x \right)^r \right)^N \\
&= ((10 \quad 18 \quad 4 \quad 4)^r)^N \\
&= (0.1 \quad 0.056 \quad 0.25 \quad 0.25)^N \\
&= (0.152 \quad 0.085 \quad 0.381 \quad 0.381)
\end{aligned}$$

(Karar Verici 3) Esneklik Alt Kriterleri İkili Karşılaştırmaları:

$$\begin{aligned}
E &= \begin{bmatrix} 1 & 3 & 1 & 4 \\ \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{3} & 3 \\ 1 & 3 & 1 & 4 \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{3} & \frac{1}{4} & 1 \end{bmatrix}, \quad (e1^r)^T = [1 \quad 3 \quad 1 \quad 4] \\
W &= (((e1^r)^T x E)^r)^N
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
W &= \left(\left(\begin{bmatrix} 1 & 3 & 1 & 4 \\ \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{3} & 3 \\ 1 & 3 & 1 & 4 \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{3} & \frac{1}{4} & 1 \end{bmatrix} x \right)^r \right)^N \\
&= ((4 \quad 10.332 \quad 4 \quad 21)^r)^N \\
&= (0.25 \quad 0.097 \quad 0.25 \quad 0.048)^N \\
&= (0.388 \quad 0.15 \quad 0.388 \quad 0.074)
\end{aligned}$$

(Karar Verici 3) Tedarikçi İşletme Değerleri Alt Kriterleri İkili Karşılaştırmaları:

$$\begin{aligned}
TİD &= \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{2} & 3 & 2 \\ 2 & 1 & 3 & 2 \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 2 & 1 \end{bmatrix}, \quad (tid2^r)^T = [2 \quad 1 \quad 3 \quad 2] \\
W &= (((tid2^r)^T x TİD)^r)^N
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
W &= \left(\left([2 \quad 1 \quad 3 \quad 2] x \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{2} & 3 & 2 \\ 2 & 1 & 3 & 2 \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 2 & 1 \end{bmatrix} \right)^r \right)^N \\
&= ((6 \quad 4 \quad 16 \quad 9.5)^r)^N \\
&= (0.167 \quad 0.25 \quad 0.063 \quad 0.105)^N \\
&= (0.286 \quad 0.427 \quad 0.108 \quad 0.18)
\end{aligned}$$

d) Karar Verici 4 Verileri Uygulaması:

(Karar Verici 4) Ana Kriter İkili Karşılaştırmaları:

$$A_{KV4} = \begin{bmatrix} KV4 & k & f & tes & tk & h & e & tid \\ k & 1 & 2 & 3 & 6 & 5 & 4 & 8 \\ f & \frac{1}{2} & 1 & 2 & 5 & 4 & 3 & 8 \\ tes & \frac{1}{3} & \frac{1}{2} & 1 & 4 & 3 & 2 & 7 \\ tk & \frac{1}{6} & \frac{1}{5} & \frac{1}{4} & 1 & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & 6 \\ h & \frac{1}{5} & \frac{1}{4} & \frac{1}{3} & 3 & 1 & \frac{1}{2} & 6 \\ e & \frac{1}{4} & \frac{1}{3} & \frac{1}{2} & 3 & 2 & 1 & 5 \\ tid & \frac{1}{8} & \frac{1}{8} & \frac{1}{7} & \frac{1}{6} & \frac{1}{6} & \frac{1}{5} & 1 \end{bmatrix}$$

$$(k^r)^T = [1 \quad 2 \quad 3 \quad 6 \quad 5 \quad 4 \quad 8]$$

$$W = (((k^r)^T x A_{KV4})^r)^N$$

$$W = \left(\left([1 \quad 2 \quad 3 \quad 6 \quad 5 \quad 4 \quad 8] x \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 6 & 5 & 4 & 8 \\ \frac{1}{2} & 1 & 2 & 5 & 4 & 3 & 8 \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{2} & 1 & 4 & 3 & 2 & 7 \\ \frac{1}{6} & \frac{1}{5} & \frac{1}{4} & 1 & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & 6 \\ \frac{1}{5} & \frac{1}{4} & \frac{1}{3} & 3 & 1 & \frac{1}{2} & 6 \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{3} & \frac{1}{2} & 3 & 2 & 1 & 5 \\ \frac{1}{8} & \frac{1}{8} & \frac{1}{7} & \frac{1}{6} & \frac{1}{6} & \frac{1}{5} & 1 \end{bmatrix} \right)^r \right)^N$$

$$W = (([7 \quad 10.282 \quad 16.309 \quad 62.336 \quad 38.334 \quad 26.098 \quad 139]))^r)^N$$

$$W = ([0.143 \quad 0.097 \quad 0.061 \quad 0.016 \quad 0.026 \quad 0.038 \quad 0.007])^N$$

$$W = [0.369 \quad 0.25 \quad 0.157 \quad 0.041 \quad 0.067 \quad 0.098 \quad 0.018]$$

(Karar Verici 4) Kalite Alt Kriterleri İkili Karşılaştırmaları:

$$K = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ \frac{1}{2} & 1 & 1 & 2 \\ \frac{1}{3} & 1 & 1 & 2 \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 1 \end{bmatrix}, \quad (k1^r)^T = [1 \quad 2 \quad 3 \quad 4]$$

$$W = (((k1^r)^T x K)^r)^N$$

$$W = \left(\left(\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ \frac{1}{2} & 1 & 1 & 2 \\ \frac{1}{3} & 1 & 1 & 2 \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 1 \end{bmatrix} x \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ \frac{1}{2} & 1 & 1 & 2 \\ \frac{1}{3} & 1 & 1 & 2 \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 1 \end{bmatrix} \right)^r \right)^N$$

$$= ((4 \quad 9 \quad 10 \quad 18)^r)^N$$

$$= (0.25 \quad 0.111 \quad 0.1 \quad 0.056)^N$$

$$= (0.484 \quad 0.215 \quad 0.193 \quad 0.108)$$

(Karar Verici 4) Fiyat Alt Kriterleri İkili Karşılaştırmaları:

$$F = \begin{bmatrix} 1 & 5 & 3 \\ \frac{1}{5} & 1 & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{3} & 3 & 1 \end{bmatrix}, \quad (f1^r)^T = [1 \quad 5 \quad 3]$$

$$W = (((f1^r)^T x F)^r)^N$$

$$W = \left(\left(\begin{bmatrix} 1 & 5 & 3 \\ \frac{1}{5} & 1 & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{3} & 3 & 1 \end{bmatrix} x \begin{bmatrix} 1 & 5 & 3 \\ \frac{1}{5} & 1 & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{3} & 3 & 1 \end{bmatrix} \right)^r \right)^N$$

$$= ((3 \quad 19 \quad 7.665)^r)^N$$

$$= (0.333 \quad 0.053 \quad 0.131)^N$$

$$= (0.644 \quad 0.103 \quad 0.253)$$

(Karar Verici 4) Teslimat Alt Kriterleri İkili Karşılaştırmaları:

$$TES = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & 2 \\ 3 & 1 & 1 & 3 \\ 3 & 1 & 1 & 3 \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & 1 \end{bmatrix}, \quad (tes3^r)^T = [3 \quad 1 \quad 1 \quad 3]$$

$$W = (((tes3^r)^T x TES)^r)^N$$

$$\begin{aligned} W &= \left(\left(\left([3 \quad 1 \quad 1 \quad 3] x \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & 2 \\ 3 & 1 & 1 & 3 \\ 3 & 1 & 1 & 3 \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & 1 \end{bmatrix} \right)^r \right)^N \right) \\ &= ((10.5 \quad 4 \quad 4 \quad 15)^r)^N \\ &= (0.095 \quad 0.25 \quad 0.25 \quad 0.067)^N \\ &= (0.144 \quad 0.378 \quad 0.378 \quad 0.101) \end{aligned}$$

(Karar Verici 4) Teknik Kapasite Alt Kriterleri İkili Karşılaştırmaları:

$$TK = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 3 \\ 1 & 1 & 4 \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{4} & 1 \end{bmatrix}, \quad (tk1^r)^T = [1 \quad 1 \quad 3]$$

$$W = (((tk1^r)^T x TK)^r)^N$$

$$\begin{aligned} W &= \left(\left(\left([1 \quad 1 \quad 3] x \begin{bmatrix} 1 & 1 & 3 \\ 1 & 1 & 4 \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{4} & 1 \end{bmatrix} \right)^r \right)^N \right) \\ &= ((3 \quad 2.75 \quad 10)^r)^N \\ &= (0.333 \quad 0.364 \quad 0.1)^N \\ &= (0.418 \quad 0.457 \quad 0.126) \end{aligned}$$

(Karar Verici 4) Hizmet Alt Kriterleri İkili Karşılaştırmaları:

$$H = \begin{bmatrix} 1 & 3 & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \\ 3 & 3 & 1 & 1 \\ 3 & 3 & 1 & 1 \end{bmatrix}, \quad (h3^r)^T = [3 \quad 3 \quad 1 \quad 1]$$

$$\begin{aligned}
W &= (((h3^r)^T x H)^r)^N \\
W &= \left(\left(\begin{bmatrix} 1 & 3 & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \\ 3 & 1 & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \\ 3 & 3 & 1 & 1 \\ 3 & 3 & 1 & 1 \end{bmatrix} x \begin{bmatrix} 1 & 3 & 1 & 1 \end{bmatrix} \right)^r \right)^N \\
&= ((10 \quad 18 \quad 4 \quad 4)^r)^N \\
&= (0.1 \quad 0.056 \quad 0.25 \quad 0.25)^N \\
&= (0.152 \quad 0.085 \quad 0.381 \quad 0.381)
\end{aligned}$$

(Karar Verici 4) Esneklik Alt Kriterleri İkili Karşılaştırmaları:

$$E = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 1 & 4 \\ \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{2} & 2 \\ 1 & 2 & 1 & 4 \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{2} & \frac{1}{4} & 1 \end{bmatrix}, \quad (e1^r)^T = [1 \quad 3 \quad 1 \quad 4]$$

$$\begin{aligned}
W &= (((e1^r)^T x E)^r)^N \\
W &= \left(\left(\begin{bmatrix} 1 & 3 & 1 & 4 \\ \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{2} & 2 \\ 1 & 2 & 1 & 4 \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{2} & \frac{1}{4} & 1 \end{bmatrix} x \begin{bmatrix} 1 & 3 & 1 & 4 \end{bmatrix} \right)^r \right)^N \\
&= ((4 \quad 10 \quad 4.5 \quad 18)^r)^N \\
&= (0.25 \quad 0.1 \quad 0.222 \quad 0.056)^N \\
&= (0.398 \quad 0.159 \quad 0.354 \quad 0.089)
\end{aligned}$$

(Karar Verici 4) Tedarikçi İşletme Değerleri Alt Kriterleri İkili Karşılaştırmaları:

$$\begin{aligned}
T\ddot{I}D &= \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{2} & 2 & \frac{1}{3} \\ 2 & 1 & 3 & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{4} \\ 3 & 2 & 4 & 1 \end{bmatrix}, \quad (tid2^r)^T = \left[2 \quad 1 \quad 3 \quad \frac{1}{2} \right] \\
W &= (((tid2^r)^T x T\ddot{I}D)^r)^N
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
W &= \left(\left(\left[\begin{array}{cccc} 2 & 1 & 3 & \frac{1}{2} \end{array} \right] x \left[\begin{array}{cccc} 1 & \frac{1}{2} & 2 & \frac{1}{3} \\ 2 & 1 & 3 & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{4} \\ 3 & 2 & 4 & 1 \end{array} \right] \right)^r \right)^N \\
&= ((7 \quad 4 \quad 12 \quad 2.416)^r)^N \\
&= (0.143 \quad 0.25 \quad 0.083 \quad 0.414)^N \\
&= (0.161 \quad 0.281 \quad 0.093 \quad 0.465)
\end{aligned}$$

10.7.2. Yeni Yöntem Ağırlık Vektörlerini Kullanılarak Yeni Tutarlılık Yöntemi ile Tutarlılıkların Hesaplanmaları (Bulanık Olmayan Yapı)

Yeni tutarlılık yöntemini önceki kısımda da belirtildiği için özetle ve yeni yönteme uyarlanmış olarak anlatılmıştır. Uygulama için; ikili karşılaştırma matrisi ve elde edilen ağırlık vektörünün normalizasyon yapılma aşaması öncesindeki vektör kullanılmaktadır. Uygulamada yeni yöntem ile birlikte kullanıldığında normalizasyon öncesi matrisin kullanılması tercih edilmiştir. Doğrudan ağırlık vektörü de kullanılması da sonucu fazla değiştirmeyecek fakat ondalıklı devirler üzerinden hesap kayıplarının oluşmaması için bu yönde tercih yapılmıştır. Vektör üzerinden olması gereken matris elde edilir, ikili karşılaştırma matrisi her bir hücresi ile karşılık gelen olması gereken matris hücresi farkının mutlak değeri alınır ve olması gereken matris hücre değerine bölünür. bu matris üzerinden hangi hücre, satır, sütun üzerinde değer büyüklüğü ile orantılı tutarsızlık miktarı yorumlanır. Elde edilen matris değerleri toplanır ve (skala= 9) ile (matris boyutu karesi- matris boyutu) çarpım değerine bölünerek matris tutarlılığı hesaplanır. Yöntem içerisinde olması gereken matris ile skala kontrolü de yapılmış olmaktadır. Skala kontrolü için olması gereken matris içeriğindeki her bir hücre içerisinde maksimum değer baz alınarak yorum yapılır. Bu değer skala değerinden büyükse skala genişliği yeniden düzenlenerek tekrar ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulması tavsiye edilir. Gerekli görüldüğünde de skala genişliği maksimum hücre değerinden daha büyük bir değer

seçilmesi gerektiği sonucuna varırız. İşlem adımları sırasıyla belirtilmiştir. (YYT-Yeni yöntem ağırlıkları ile tutarlılık değeri)

$$W' = ((a^r)^T x A)^r \quad (93)$$

$$O \rightarrow a_i = \frac{W'_i}{W'}, i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, n \quad (94)$$

$$S_{ij} = \frac{|O_{ij} - A_{ij}|}{O_{ij}}, i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, n \quad (95)$$

$$S_{toplamlam} = \sum_{i=1, j=1}^n S_{ij} \quad (96)$$

$$YYT = \frac{S_{toplamlam}}{[(skala) \times (n^2 - n)]} \quad (97)$$

(Karar Verici 1) Ana Kriterler İkili Karşılaştırma Matrisi Tutarlılık Oranı:

$$A_{KV1} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & \frac{1}{2} & 4 & 3 & 1/2 & 9 \\ \frac{1}{2} & 1 & \frac{1}{2} & 3 & 2 & \frac{1}{2} & 9 \\ 2 & 2 & 1 & 6 & 5 & 1 & 9 \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{3} & \frac{1}{6} & 1 & \frac{1}{2} & \frac{1}{4} & 8 \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{2} & \frac{1}{5} & 2 & 1 & \frac{1}{3} & 8 \\ 2 & 2 & 1 & 4 & 3 & 1 & 7 \\ \frac{1}{9} & \frac{1}{9} & \frac{1}{9} & \frac{1}{8} & \frac{1}{8} & \frac{1}{7} & 1 \end{bmatrix}$$

$$W' = ([0.143 \quad 0.102 \quad 0.21 \quad 0.038 \quad 0.058 \quad 0.173 \quad 0.01])^N$$

W' vektörü üzerinden O matrisi elde edilir. Bu işlemde O matrisinin ilk satırı vektörün ilk elemanının her bir değer elemanlara bölümü ile elde edilir ve diğer satırlar da aynı şekilde oluşturulur. Yani ilk satır 0.143 değeri vektörün her bir elemanına teker teker bölünmesi ile, ikinci satır 0.102 değeri vektörün her bir elemanına teker teker bölünmesi ile ..elde edilir.Elde edilen O matrisi:

$$O = \begin{bmatrix} 1 & 1.402 & 0.681 & 3.763 & 2.466 & 0.827 & 14.3 \\ 0.713 & 1 & 0.486 & 2.684 & 1.759 & 0.59 & 10.2 \\ 1.469 & 2.059 & 1 & 5.526 & 3.621 & 1.214 & 21 \\ 2.66 & 0.373 & 0.181 & 1 & 0.655 & 0.22 & 3.8 \\ 0.406 & 0.569 & 0.276 & 1.526 & 1 & 0.335 & 5.8 \\ 1.21 & 1.696 & 0.824 & 4.553 & 2.983 & 1 & 17.3 \\ 0.07 & 0.098 & 0.048 & 0.263 & 0.172 & 0.058 & 1 \end{bmatrix}$$

Belirtilen olması gereken matris üzerinde en yüksek 21 değeri elde edilmiştir, bu nedenle 1-9 skalasının karşılaştırmayı yapan karar verici tarafından karşılaştırmaları rahat yapabileceği bir seçim olmadığı yorumu yapılabilir. Şartlara ve sonuçlara etki etme seviyesine göre skala genişletilebilir ve olması gereken skala 1-21 arasında elde edilmektedir.

$$S_{ij} = \frac{|O_{ij} - A_{ij}|}{O_{ij}}, i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, n$$

Örneğin 1. Satır 2. Sütun hücresi için $(2-1.402)/1.402 = 0.427$ elde edildiğinde S matrisinin 1. Satır 2. Sütun hücre değeri bulunmuş olur.

$$S = \begin{bmatrix} 0 & 0.427 & 0.266 & 0.063 & 0.217 & 0.395 & 0.371 \\ 0.299 & 0 & 0.029 & 0.118 & 0.137 & 0.153 & 0.118 \\ 0.361 & 0.029 & 0 & 0.086 & 0.381 & 0.176 & 0.571 \\ 0.906 & 0.107 & 0.077 & 0 & 0.237 & 0.136 & 1.105 \\ 0.18 & 0.121 & 0.275 & 0.311 & 0 & 0.006 & 0.379 \\ 0.653 & 0.179 & 0.214 & 0.121 & 0.006 & 0 & 0.595 \\ 0.586 & 0.133 & 1.313 & 0.525 & 0.273 & 1.466 & 0 \end{bmatrix}$$

Elde edilen matris içerisinde en tutarsız hücre; 1.466 sapma değeri ile 7. satır 6. sütun elemanıdır. İkili karşılaştırmaların kontrolüne gerek duyulduğunda en tutarsız hücreyi bilmemiz kontrol ve düzenlemeler yapabilmeye kolaylık sağlayacaktır.

S matris elemanlarının toplamı alınmaktadır.

$$S_{toplam} = 14.099$$

Tutarlılığın elde edilmesi için toplam değer matrisin köşegen elemanları dışında kalan hücre sayısı yani $(n^2 - n)$ ve skala değerine bölünmesi gerçekleştirilir.

$$YYT = \frac{S_{toplam}}{[(skala) \times (n^2 - n)]} = \frac{14.099}{9 \times 42} = 0.131$$

Diğer kalan matris işlemleri aynı yöntem ile elde edilmiş olup özet bir biçimde verilecektir.

(Karar Verici 1) Kalite İkili Karşılaştırma Matrisi Tutarlılık Oranı:

$$K = \begin{bmatrix} 1 & 4 & 2 & 4 \\ \frac{1}{4} & 1 & \frac{1}{3} & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} & 3 & 1 & 2 \\ \frac{1}{4} & 2 & \frac{1}{2} & 1 \end{bmatrix}, \quad W = (0.25 \quad 0.046 \quad 0.136 \quad 0.071)^N$$

$$O = \begin{bmatrix} 1 & 5.435 & 1.838 & 3.521 \\ 0.184 & 1 & 0.338 & 0.648 \\ 0.544 & 2.957 & 1 & 1.916 \\ 0.284 & 1.544 & 0.522 & 1 \end{bmatrix}, S = \begin{bmatrix} 0 & 0.264 & 0.088 & 0.136 \\ 0.359 & 0 & 0.015 & 0.228 \\ 0.081 & 0.015 & 0 & 0.044 \\ 0.12 & 0.295 & 0.042 & 0 \end{bmatrix}$$

$$S_{toplam} = 1.687$$

$$YYT = \frac{S_{toplam}}{[(skala) \times (n^2 - n)]} = \frac{1.687}{9 \times 12} = 0.016$$

(Karar Verici 1) Fiyat İkili Karşılaştırma Matrisi Tutarlılık Oranı

$$F = \begin{bmatrix} 1 & 6 & 4 \\ \frac{1}{6} & 1 & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{4} & 3 & 1 \end{bmatrix}, \quad W = (0.333 \quad 0.042 \quad 0.1)^N$$

$$O = \begin{bmatrix} 1 & 7.929 & 3.33 \\ 0.126 & 1 & 0.42 \\ 0.3 & 2.381 & 1 \end{bmatrix}, \quad S = \begin{bmatrix} 0 & 0.243 & 0.201 \\ 0.325 & 0 & 0.207 \\ 0.167 & 0.26 & 0 \end{bmatrix}$$

$$S_{toplam} = 1.404$$

$$YYT = \frac{S_{toplam}}{[(skala) \times (n^2 - n)]} = \frac{1.404}{9 \times 6} = 0.026$$

(Karar Verici 1) Teslimat İkili Karşılaştırma Matrisi Tutarlılık Oranı:

$$TES = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 3 \\ 1 & 1 & 1 & 3 \\ 1 & 1 & 1 & 3 \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & 1 \end{bmatrix}, W = (0.25 \quad 0.25 \quad 0.25 \quad 0.083)^N$$

$$O = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 3.012 \\ 1 & 1 & 1 & 3.012 \\ 1 & 1 & 1 & 3.012 \\ 0.332 & 0.332 & 0.332 & 1 \end{bmatrix}, S = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0.004 \\ 0 & 0 & 0 & 0.004 \\ 0 & 0 & 0 & 0.004 \\ 0.003 & 0.003 & 0.003 & 0 \end{bmatrix}$$

$$S_{toplamlam} = 0.021$$

$$YYT = \frac{S_{toplamlam}}{[(skala)x(n^2 - n)]} = \frac{0.021}{9 \times 12} = 0.0004$$

Bu sonuç $YYT = 0$ olarak değ erlendirilecektir.

(Karar Verici 1) Teknik Kapasite İ ili Karşılaştırma Matrisi Tutarlılık

Oranı:

$$TK = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad W = (0.333 \quad 0.333 \quad 0.333)^N$$

$$O = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}, \quad S = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$S_{toplamlam} = 0$$

$$YYT = \frac{S_{toplamlam}}{[(skala)x(n^2 - n)]} = \frac{0}{9 \times 6} = 0$$

(Karar Verici 1) Hizmet İ ili Karşılaştırma Matrisi Tutarlılık Oranı:

$$H = \begin{bmatrix} 1 & 3 & \frac{1}{4} & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{5} & \frac{1}{4} \\ 4 & 5 & 1 & 3 \\ 3 & 4 & \frac{1}{3} & 1 \end{bmatrix}, \quad W = (0.25 \quad 0.117 \quad 0.826 \quad 0.462)^N$$

$$O = \begin{bmatrix} 1 & 2.137 & 0.303 & 0.541 \\ 0.468 & 1 & 0.142 & 0.253 \\ 3.304 & 7.06 & 1 & 1.788 \\ 1.848 & 3.949 & 0.559 & 1 \end{bmatrix}, S = \begin{bmatrix} 0 & 0.404 & 0.175 & 0.384 \\ 0.288 & 0 & 0.408 & 0.012 \\ 0.211 & 0.292 & 0 & 0.678 \\ 0.623 & 0.013 & 0.404 & 0 \end{bmatrix}$$

$$S_{toplamlam} = 3.893$$

$$YYT = \frac{S_{toplamlam}}{[(skala)x(n^2 - n)]} = \frac{3.893}{9 \times 12} = 0.036$$

(Karar Verici 1) Esneklik İkili Karşılaştırma Matrisi Tutarlılık Oranı:

$$E = \begin{bmatrix} 1 & 5 & 2 & 7 \\ \frac{1}{5} & 1 & \frac{1}{3} & 2 \\ \frac{1}{2} & 3 & 1 & 4 \\ \frac{1}{7} & \frac{1}{2} & \frac{1}{4} & 1 \end{bmatrix}, W = (0.25 \quad 0.051 \quad 0.135 \quad 0.031)^N$$

$$O = \begin{bmatrix} 1 & 4.902 & 1.852 & 8.065 \\ 0.204 & 1 & 0.378 & 1.645 \\ 0.54 & 2.647 & 1 & 4.355 \\ 0.124 & 0.608 & 0.23 & 1 \end{bmatrix}, S = \begin{bmatrix} 0 & 0.02 & 0.08 & 0.132 \\ 0.02 & 0 & 0.119 & 0.216 \\ 0.074 & 0.133 & 0 & 0.082 \\ 0.153 & 0.178 & 0.087 & 0 \end{bmatrix}$$

$$S_{toplam} = 1.293$$

$$YYT = \frac{S_{toplam}}{[(skala)x(n^2 - n)]} = \frac{1.293}{9 \times 12} = 0.012$$

(Karar Verici 1) Tedarikçi İşletme Değerleri İkili Karşılaştırma Matrisi Tutarlılık Oranı:

$$TİD = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{2} & 3 & 2 \\ 2 & 1 & 4 & 3 \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{4} & 1 & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{3} & 3 & 1 \end{bmatrix}, W = (0.146 \quad 0.25 \quad 0.044 \quad 0.088)^N$$

$$O = \begin{bmatrix} 1 & 0.584 & 3.318 & 1.659 \\ 1.171 & 1 & 5.682 & 2.841 \\ 0.301 & 0.176 & 1 & 0.5 \\ 0.602 & 0.352 & 2 & 1 \end{bmatrix}, S = \begin{bmatrix} 0 & 0.02 & 0.08 & 0.132 \\ 0.02 & 0 & 0.119 & 0.216 \\ 0.074 & 0.133 & 0 & 0.082 \\ 0.153 & 0.178 & 0.087 & 0 \end{bmatrix}$$

$$S_{toplam} = 3.089$$

$$YYT = \frac{S_{toplam}}{[(skala)x(n^2 - n)]} = \frac{3.089}{9 \times 12} = 0.029$$

(Karar Verici 1) Ana Kriterler İkili Karşılaştırma Matrisi Tutarlılık

Oranı:

$$A_{KV2} = \begin{bmatrix} KV2 & k & f & tes & tk & h & e & tid \\ k & 1 & 2 & 3 & 6 & 5 & 4 & 9 \\ f & \frac{1}{2} & 1 & 1 & 5 & 3 & 2 & 9 \\ tes & \frac{1}{3} & 1 & 1 & 3 & 2 & 2 & 8 \\ tk & \frac{1}{6} & \frac{1}{5} & \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{2} & \frac{1}{3} & 7 \\ h & \frac{1}{5} & \frac{1}{3} & \frac{1}{2} & 2 & 1 & \frac{1}{2} & 8 \\ e & \frac{1}{4} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 3 & 2 & 1 & 8 \\ tid & \frac{1}{9} & \frac{1}{9} & \frac{1}{8} & \frac{1}{7} & \frac{1}{8} & \frac{1}{8} & 1 \end{bmatrix}$$

$$W = ([0.143 \quad 0.078 \quad 0.064 \quad 0.018 \quad 0.029 \quad 0.042 \quad 0.006])^N$$

$$O = \begin{bmatrix} 1 & 1.833 & 2.234 & 7.944 & 4.931 & 3.405 & 23.833 \\ 0.546 & 1 & 1.219 & 4.333 & 2.69 & 1.857 & 13 \\ 0.448 & 0.821 & 1 & 3.556 & 2.207 & 1.524 & 10.667 \\ 0.126 & 0.231 & 0.281 & 1 & 0.621 & 0.429 & 3 \\ 0.203 & 0.372 & 0.453 & 1.611 & 1 & 0.691 & 4.833 \\ 0.294 & 0.539 & 0.656 & 2.333 & 1.448 & 1 & 7 \\ 0.042 & 0.077 & 0.094 & 0.333 & 0.207 & 0.143 & 1 \end{bmatrix}$$

Skala kontrolü:

Olması gereken O matrisi içeriği değerlerinde maksimum değer= 23.833 olduğu ve 9 skala sınırını aşması sebebi ile skala 1-24 olarak alınarak tekrar değerlendirme yapılması daha uygun görülebilir. Skala kontrolünde 9 skala değerini aşan bir diğer değer 10.667 değeridir. Skala olması gereken 9 en fazla değerini aşan bu durumların oluşmaması tercih edilmeli ve uygun işlemler gerekli görülürse yapılmalıdır.

$$S = \begin{bmatrix} 0 & 0.091 & 0.343 & 0.245 & 0.014 & 0.175 & 0.622 \\ 0.084 & 0 & 0.180 & 0.154 & 0.115 & 0.077 & 0.308 \\ 0.257 & 0.218 & 0 & 0.156 & 0.094 & 0.312 & 0.25 \\ 0.325 & 0.134 & 0.185 & 0 & 0.195 & 0.224 & 1.333 \\ 0.015 & 0.105 & 0.104 & 0.241 & 0 & 0.276 & 0.655 \\ 0.15 & 0.072 & 0.238 & 0.286 & 0.381 & 0 & 0.143 \\ 1.643 & 0.442 & 0.33 & 0.571 & 0.396 & 0.126 & 0 \end{bmatrix}$$

$$S_{toplam} = 12.265$$

$$YYT = \frac{S_{toplam}}{[(skala) \times (n^2 - n)]} = \frac{12.265}{9 \times 42} = 0.033$$

(Karar Verici 2) Kalite İkili Karşılaştırma Matrisi Tutarlılık Oranı:

$$K = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 3 & 5 \\ \frac{1}{3} & 1 & 1 & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{3} & 1 & 1 & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{5} & 2 & 2 & 1 \end{bmatrix}, \quad W = (0.25 \quad 0.053 \quad 0.053 \quad 0.077)^N$$

$$O = \begin{bmatrix} 1 & 4.717 & 4.717 & 3.246 \\ 0.212 & 1 & 1 & 0.688 \\ 0.212 & 1 & 1 & 0.688 \\ 0.308 & 1.453 & 1.453 & 1 \end{bmatrix}, S = \begin{bmatrix} 0 & 0.264 & 0.088 & 0.136 \\ 0.359 & 0 & 0.015 & 0.228 \\ 0.081 & 0.015 & 0 & 0.044 \\ 0.12 & 0.295 & 0.042 & 0 \end{bmatrix}$$

$$S_{toplam} = 4.06$$

$$YYT = \frac{S_{toplam}}{[(skala) \times (n^2 - n)]} = \frac{1.687}{9 \times 12} = 0.038$$

(Karar Verici 2) Fiyat İkili Karşılaştırma Matrisi Tutarlılık Oranı:

$$F = \begin{bmatrix} 1 & 5 & 3 \\ \frac{1}{5} & 1 & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{3} & 3 & 1 \end{bmatrix}, \quad W = (0.333 \quad 0.053 \quad 0.131)^N$$

$$O = \begin{bmatrix} 1 & 6.283 & 2.542 \\ 0.159 & 1 & 0.405 \\ 0.393 & 2.471 & 1 \end{bmatrix}, \quad S = \begin{bmatrix} 0 & 0.204 & 0.18 \\ 0.258 & 0 & 0.178 \\ 0.153 & 0.214 & 0 \end{bmatrix}$$

$$S_{toplam} = 1.187$$

$$YYT = \frac{S_{toplam}}{[(skala) \times (n^2 - n)]} = \frac{1.187}{9 \times 6} = 0.022$$

(Karar Verici 2) Teslimat İkili Karşılaştırma Matrisi Tutarlılık Oranı:

$$TES = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 2 \\ 1 & 1 & 1 & 2 \\ 1 & 1 & 1 & 2 \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 1 \end{bmatrix}, \quad W = (0.25 \quad 0.25 \quad 0.25 \quad 0.125)^N$$

$$O = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 2 \\ 1 & 1 & 1 & 2 \\ 1 & 1 & 1 & 2 \\ 0.5 & 0.5 & 0.5 & 1 \end{bmatrix}, \quad S = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$S_{toplam} = 0$$

$$YYT = \frac{S_{toplam}}{[(skala) \times (n^2 - n)]} = \frac{0}{9 \times 12} = 0$$

(Karar Verici 2) Teknik Kapasite İkili Karşılaştırma Matrisi Tutarlılık

Oranı:

$$TK = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 4 \\ 1 & 1 & 3 \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{3} & 1 \end{bmatrix}, \quad W = (0.333 \quad 0.3 \quad 0.091)^N$$

$$O = \begin{bmatrix} 1 & 1.11 & 3.659 \\ 0.901 & 1 & 3.297 \\ 0.272 & 0.303 & 1 \end{bmatrix}, \quad S = \begin{bmatrix} 0 & 0.099 & 0.093 \\ 0.11 & 0 & 0.09 \\ 0.081 & 0.099 & 0 \end{bmatrix}$$

$$S_{toplam} = 0.572$$

$$YYT = \frac{S_{toplam}}{[(skala) \times (n^2 - n)]} = \frac{0.572}{9 \times 6} = 0.01$$

(Karar Verici 2) Hizmet İkili Karşılaştırma Matrisi Tutarlılık Oranı:

$$H = \begin{bmatrix} 1 & 3 & \frac{1}{4} & \frac{1}{4} \\ \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{4} & \frac{1}{4} \\ 4 & 4 & 1 & 2 \\ 4 & 4 & \frac{1}{2} & 1 \end{bmatrix}, \quad W = (0.058 \quad 0.036 \quad 0.25 \quad 0.167)^N$$

$$O = \begin{bmatrix} 1 & 1.161 & 0.232 & 0.347 \\ 0.621 & 1 & 0.144 & 0.216 \\ 4.31 & 6.944 & 1 & 1.497 \\ 2.879 & 4.639 & 0.668 & 1 \end{bmatrix}, S = \begin{bmatrix} 0 & 1.584 & 0.078 & 0.28 \\ 0.464 & 0 & 0.736 & 0.157 \\ 0.072 & 0.424 & 0 & 0.336 \\ 0.389 & 0.138 & 0.252 & 0 \end{bmatrix}$$

$$S_{toplam} = 4.909$$

$$YYT = \frac{S_{toplam}}{[(skala) \times (n^2 - n)]} = \frac{4.909}{9 \times 12} = 0.046$$

(Karar Verici 2) Esneklik İkili Karşılaştırma Matrisi Tutarlılık Oranı:

$$E = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 1 & 5 \\ \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{3} & 3 \\ 1 & 3 & 1 & 5 \\ \frac{1}{5} & \frac{1}{3} & \frac{1}{5} & 1 \end{bmatrix}, W = (0.25 \quad 0.094 \quad 0.25 \quad 0.042)^N$$

$$O = \begin{bmatrix} 1 & 2.66 & 1 & 5.952 \\ 0.376 & 1 & 0.376 & 2.238 \\ 1 & 2.66 & 1 & 5.952 \\ 0.168 & 0.447 & 0.168 & 1 \end{bmatrix}, S = \begin{bmatrix} 0 & 0.02 & 0.08 & 0.132 \\ 0.02 & 0 & 0.119 & 0.216 \\ 0.074 & 0.133 & 0 & 0.082 \\ 0.153 & 0.178 & 0.087 & 0 \end{bmatrix}$$

$$S_{toplam} = 1.781$$

$$YYT = \frac{S_{toplam}}{[(skala) \times (n^2 - n)]} = \frac{1.781}{9 \times 12} = 0.017$$

(Karar Verici 2) Tedarikçi İşletme Değerleri İkili Karşılaştırma Matrisi

Tutarlılık Oranı:

$$TİD = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{2} & 3 & 2 \\ 2 & 1 & 3 & 2 \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 2 & 1 \end{bmatrix}, W = (0.167 \quad 0.25 \quad 0.063 \quad 0.105)^N$$

$$O = \begin{bmatrix} 1 & 0.668 & 2.651 & 1.591 \\ 1.497 & 1 & 3.968 & 2.381 \\ 0.377 & 0.252 & 1 & 0.6 \\ 0.629 & 0.42 & 1.667 & 1 \end{bmatrix}, S = \begin{bmatrix} 0 & 0.252 & 0.132 & 0.257 \\ 0.336 & 0 & 0.244 & 0.16 \\ 0.117 & 0.321 & 0 & 0.167 \\ 0.205 & 0.191 & 0.2 & 0 \end{bmatrix}$$

$$S_{toplam} = 2.58$$

$$YYT = \frac{S_{toplam}}{[(skala) \times (n^2 - n)]} = \frac{2.58}{9 \times 12} = 0.024$$

(Karar Verici 3) Ana Kriterler İkili Karşılaştırma Matrisi Tutarlılık

Oranı:

$$A_{KV3} = \begin{bmatrix} KV3 & k & f & tes & tk & h & e & tid \\ k & 1 & \frac{1}{2} & 2 & 7 & 5 & 3 & 8 \\ f & 2 & 1 & 3 & 5 & 4 & 4 & 8 \\ tes & \frac{1}{2} & \frac{1}{3} & 1 & 3 & 4 & 2 & 7 \\ tk & \frac{1}{7} & \frac{1}{5} & \frac{1}{3} & 1 & 2 & \frac{1}{2} & 7 \\ h & \frac{1}{5} & \frac{1}{4} & \frac{1}{4} & \frac{1}{2} & 1 & \frac{1}{3} & 7 \\ e & \frac{1}{3} & \frac{1}{4} & \frac{1}{2} & 2 & 3 & 1 & 7 \\ tid & \frac{1}{8} & \frac{1}{8} & \frac{1}{7} & \frac{1}{7} & \frac{1}{7} & \frac{1}{7} & 1 \end{bmatrix}$$

$$W = ([0.143 \quad 0.165 \quad 0.085 \quad 0.031 \quad 0.023 \quad 0.055 \quad 0.007])^N$$

$$O = \begin{bmatrix} 1 & 0.867 & 1.682 & 4.613 & 6.217 & 2.6 & 20.429 \\ 1.154 & 1 & 1.941 & 5.323 & 7.174 & 3 & 23.571 \\ 0.594 & 0.515 & 1 & 2.741 & 3.696 & 1.546 & 12.143 \\ 0.217 & 0.188 & 0.365 & 1 & 1.348 & 0.564 & 4.429 \\ 0.161 & 0.139 & 0.271 & 0.742 & 1 & 0.418 & 3.286 \\ 0.385 & 0.333 & 0.647 & 1.774 & 2.391 & 1 & 7.857 \\ 0.049 & 0.042 & 0.072 & 0.226 & 0.304 & 0.127 & 1 \end{bmatrix}$$

Skala kontrolü:

Olması gereken O matrisi içeriği değerlerinde maksimum değer=23.571 olduğu ve 9 skala sınırını aşması sebebi ile skala 1-24 olarak alınarak tekrar değerlendirme yapılması daha uygun görülebilir.

$$S = \begin{bmatrix} 0 & 0.423 & 0.189 & 0.517 & 0.196 & 0.154 & 0.608 \\ 0.733 & 0 & 0.546 & 0.061 & 0.442 & 0.333 & 0.661 \\ 0.158 & 0.353 & 0 & 0.094 & 0.082 & 0.294 & 0.424 \\ 0.341 & 0.064 & 0.088 & 0 & 0.484 & 0.113 & 0.58 \\ 0.242 & 0.799 & 0.077 & 0.326 & 0 & 0.203 & 1.13 \\ 0.135 & 0.249 & 0.227 & 0.127 & 0.255 & 0 & 0.109 \\ 1.551 & 1.976 & 0.986 & 0.367 & 0.53 & 0.126 & 0 \end{bmatrix}$$

$$S_{toplam} = 17.356$$

$$YYT = \frac{S_{toplam}}{[(skala) \times (n^2 - n)]} = \frac{17.356}{9 \times 42} = 0.046$$

(Karar Verici 3) Kalite İkili Karşılaştırma Matrisi Tutarlılık Oranı:

$$K = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 3 & 5 \\ \frac{1}{3} & 1 & 1 & 1 \\ \frac{1}{3} & 1 & 1 & 1 \\ \frac{1}{5} & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}, \quad W = (0.25 \quad 0.071 \quad 0.071 \quad 0.063)^N$$

$$O = \begin{bmatrix} 1 & 3.521 & 3.521 & 3.968 \\ 0.284 & 1 & 1 & 1.127 \\ 0.284 & 1 & 1 & 1.127 \\ 0.252 & 0.887 & 0.887 & 1 \end{bmatrix}, \quad S = \begin{bmatrix} 0 & 0.148 & 0.148 & 0.26 \\ 0.173 & 0 & 0 & 0.113 \\ 0.173 & 0 & 0 & 0.113 \\ 0.206 & 0.127 & 0.127 & 0 \end{bmatrix}$$

$$S_{toplam} = 1.588$$

$$YYT = \frac{S_{toplam}}{[(skala) \times (n^2 - n)]} = \frac{1.588}{9 \times 12} = 0.015$$

(Karar Verici 3) Fiyat İkili Karşılaştırma Matrisi Tutarlılık Oranı:

$$F = \begin{bmatrix} 1 & 5 & 3 \\ \frac{1}{5} & 1 & \frac{1}{4} \\ \frac{1}{3} & 4 & 1 \end{bmatrix}, \quad W = (0.333 \quad 0.046 \quad 0.138)^N$$

$$O = \begin{bmatrix} 1 & 7.239 & 2.413 \\ 0.138 & 1 & 0.333 \\ 0.414 & 3 & 1 \end{bmatrix}, \quad S = \begin{bmatrix} 0 & 0.204 & 0.18 \\ 0.258 & 0 & 0.178 \\ 0.153 & 0.214 & 0 \end{bmatrix}$$

$$S_{toplam} = 1.78$$

$$YYT = \frac{S_{toplam}}{[(skala) \times (n^2 - n)]} = \frac{1.78}{9 \times 6} = 0.033$$

(Karar Verici 3) Teslimat İkili Karşılaştırma Matrisi Tutarlılık Oranı:

$$TES = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}, \quad W = (0.25 \quad 0.25 \quad 0.25 \quad 0.25)^N$$

$$O = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}, \quad S = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$S_{toplam} = 0$$

$$YYT = \frac{S_{toplam}}{[(skala) \times (n^2 - n)]} = \frac{0}{9 \times 12} = 0$$

(Karar Verici 3) Teknik Kapasite İkili Karşılaştırma Matrisi Tutarlılık

Oranı:

$$TK = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 4 \\ 1 & 1 & 5 \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{5} & 1 \end{bmatrix}, \quad W = (0.333 \quad 0.357 \quad 0.077)^N$$

$$O = \begin{bmatrix} 1 & 0.933 & 4.325 \\ 1.072 & 1 & 4.636 \\ 0.231 & 0.216 & 1 \end{bmatrix}, \quad S = \begin{bmatrix} 0 & 0.072 & 0.075 \\ 0.067 & 0 & 0.079 \\ 0.082 & 0.074 & 0 \end{bmatrix}$$

$$S_{toplam} = 0.449$$

$$YYT = \frac{S_{toplam}}{[(skala) \times (n^2 - n)]} = \frac{0.449}{9 \times 6} = 0.008$$

(Karar Verici 3) Hizmet İkili Karşılaştırma Matrisi Tutarlılık Oranı:

$$H = \begin{bmatrix} 1 & 3 & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \\ 3 & 3 & 1 & 1 \\ 3 & 3 & 1 & 1 \end{bmatrix}, \quad W = (0.1 \quad 0.056 \quad 0.25 \quad 0.25)^N$$

$$O = \begin{bmatrix} 1 & 1.786 & 0.4 & 0.4 \\ 0.56 & 1 & 0.224 & 0.224 \\ 2.5 & 4.464 & 1 & 1 \\ 2.5 & 4.464 & 1 & 1 \end{bmatrix}, \quad S = \begin{bmatrix} 0 & 1.584 & 0.078 & 0.28 \\ 0.464 & 0 & 0.736 & 0.157 \\ 0.072 & 0.424 & 0 & 0.336 \\ 0.389 & 0.138 & 0.252 & 0 \end{bmatrix}$$

$$S_{toplam} = 3.449$$

$$YYT = \frac{S_{toplam}}{[(skala) \times (n^2 - n)]} = \frac{3.449}{9 \times 12} = 0.032$$

(Karar Verici 3) Esneklik İkili Karşılaştırma Matrisi Tutarlılık Oranı:

$$E = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 1 & 4 \\ \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{3} & 3 \\ \frac{1}{3} & 3 & 1 & 4 \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{3} & \frac{1}{4} & 1 \end{bmatrix}, \quad W = (0.25 \quad 0.097 \quad 0.25 \quad 0.048)^N$$

$$O = \begin{bmatrix} 1 & 2.577 & 1 & 5.208 \\ 0.388 & 1 & 0.388 & 2.021 \\ 1 & 2.577 & 1 & 5.208 \\ 0.192 & 0.495 & 0.192 & 1 \end{bmatrix}, S = \begin{bmatrix} 0 & 0.164 & 0 & 0.232 \\ 0.142 & 0 & 0.142 & 0.484 \\ 0 & 0.164 & 0 & 0.232 \\ 0.302 & 0.327 & 0.302 & 0 \end{bmatrix}$$

$$S_{toplam} = 2.492$$

$$YYT = \frac{S_{toplam}}{[(skala) \times (n^2 - n)]} = \frac{2.492}{9 \times 12} = 0.023$$

(Karar Verici 3) Tedarikçi İşletme Değerleri İkili Karşılaştırma Matrisi

Tutarlılık Oranı:

$$TİD = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{2} & 3 & 2 \\ 2 & 1 & 3 & 2 \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 2 & 1 \end{bmatrix}, \quad W = (0.167 \quad 0.25 \quad 0.063 \quad 0.105)^N$$

$$O = \begin{bmatrix} 1 & 0.668 & 2.651 & 1.591 \\ 1.497 & 1 & 3.968 & 2.381 \\ 0.377 & 0.252 & 1 & 0.6 \\ 0.629 & 0.42 & 1.667 & 1 \end{bmatrix}, S = \begin{bmatrix} 0 & 0.252 & 0.132 & 0.257 \\ 0.336 & 0 & 0.244 & 0.16 \\ 0.117 & 0.321 & 0 & 0.167 \\ 0.205 & 0.191 & 0.2 & 0 \end{bmatrix}$$

$$S_{toplam} = 2.58$$

$$YYT = \frac{S_{toplam}}{[(skala) \times (n^2 - n)]} = \frac{2.58}{9 \times 12} = 0.024$$

(Karar Verici 4) Ana Kriterler İkili Karşılaştırma Matrisi Tutarlılık

Oranı:

$$A_{KV4} = \begin{bmatrix} KV4 & k & f & tes & tk & h & e & tid \\ k & 1 & 2 & 3 & 6 & 5 & 4 & 8 \\ f & \frac{1}{2} & 1 & 2 & 5 & 4 & 3 & 8 \\ tes & \frac{1}{3} & \frac{1}{2} & 1 & 4 & 3 & 2 & 7 \\ tk & \frac{1}{6} & \frac{1}{5} & \frac{1}{4} & 1 & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & 6 \\ h & \frac{1}{5} & \frac{1}{4} & \frac{1}{3} & 3 & 1 & \frac{1}{2} & 6 \\ e & \frac{1}{4} & \frac{1}{3} & \frac{1}{2} & 3 & 2 & 1 & 5 \\ tid & \frac{1}{8} & \frac{1}{8} & \frac{1}{7} & \frac{1}{6} & \frac{1}{6} & \frac{1}{5} & 1 \end{bmatrix}$$

$$W = [0.143 \quad 0.097 \quad 0.061 \quad 0.016 \quad 0.026 \quad 0.038 \quad 0.007]^N$$

$$O = \begin{bmatrix} 1 & 1.474 & 2.344 & 8.938 & 5.5 & 3.763 & 20.429 \\ 0.678 & 1 & 1.59 & 6.063 & 3.731 & 2.553 & 13.857 \\ 0.427 & 0.629 & 1 & 3.813 & 2.346 & 1.605 & 8.714 \\ 0.112 & 0.165 & 0.262 & 1 & 0.615 & 0.421 & 2.286 \\ 0.182 & 0.268 & 0.426 & 1.625 & 1 & 0.684 & 3.714 \\ 0.266 & 0.392 & 0.623 & 2.375 & 1.462 & 1 & 5.429 \\ 0.049 & 0.072 & 0.115 & 0.438 & 0.269 & 0.184 & 1 \end{bmatrix}$$

Skala kontrolü:

Olması gereken O matrisi içeriği değerlerinde maksimum değer= 20.429 olduğu ve 9 skala sınırını aşması sebebi ile skala en az 1-21 genişliğinde alınarak tekrar değerlendirme yapılması daha uygun görülebilir.

$$S = \begin{bmatrix} 0 & 0.357 & 0.28 & 0.329 & 0.091 & 0.063 & 0.608 \\ 0.263 & 0 & 0.258 & 0.175 & 0.072 & 0.175 & 0.423 \\ 0.22 & 0.205 & 0 & 0.049 & 0.279 & 0.246 & 0.197 \\ 0.491 & 0.212 & 0.046 & 0 & 0.459 & 0.209 & 1.625 \\ 0.099 & 0.067 & 0.218 & 0.846 & 0 & 0.269 & 0.616 \\ 0.06 & 0.151 & 0.197 & 0.263 & 0.368 & 0 & 0.079 \\ 1.551 & 0.736 & 0.243 & 0.619 & 0.379 & 0.087 & 0 \end{bmatrix}$$

$$S_{toplam} = 14.179$$

$$YYT = \frac{S_{toplam}}{[(skala)x(n^2 - n)]} = \frac{14.179}{9x42} = 0.038$$

(Karar Verici 4) Kalite İkili Karşılaştırma Matrisi Tutarlılık Oranı:

$$K = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ \frac{1}{2} & 1 & 1 & 2 \\ \frac{1}{3} & 1 & 1 & 2 \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 1 \end{bmatrix}, \quad W = (0.25 \quad 0.111 \quad 0.1 \quad 0.056)^N$$

$$O = \begin{bmatrix} 1 & 2.252 & 2.5 & 4.464 \\ 0.444 & 1 & 1.11 & 1.982 \\ 0.4 & 0.901 & 1 & 1.786 \\ 0.224 & 0.505 & 0.56 & 1 \end{bmatrix}, \quad S = \begin{bmatrix} 0 & 0.148 & 0.148 & 0.26 \\ 0.173 & 0 & 0 & 0.113 \\ 0.173 & 0 & 0 & 0.113 \\ 0.206 & 0.127 & 0.127 & 0 \end{bmatrix}$$

$$S_{toplam} = 1.281$$

$$YYT = \frac{S_{toplam}}{[(skala)x(n^2 - n)]} = \frac{1.281}{9x12} = 0.012$$

(Karar Verici 4) Fiyat İkili Karşılaştırma Matrisi Tutarlılık Oranı:

$$F = \begin{bmatrix} 1 & 5 & 3 \\ \frac{1}{5} & 1 & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{3} & 3 & 1 \end{bmatrix}, \quad W = (0.333 \quad 0.053 \quad 0.131)^N$$

$$O = \begin{bmatrix} 1 & 6.283 & 2.542 \\ 0.159 & 1 & 0.405 \\ 0.393 & 2.472 & 1 \end{bmatrix}, \quad S = \begin{bmatrix} 0 & 0.204 & 0.18 \\ 0.258 & 0 & 0.178 \\ 0.153 & 0.214 & 0 \end{bmatrix}$$

$$S_{toplam} = 1.186$$

$$YYT = \frac{S_{toplam}}{[(skala)x(n^2 - n)]} = \frac{1.186}{9x6} = 0.022$$

(Karar Verici 4) Teslimat İkili Karşılaştırma Matrisi Tutarlılık Oranı:

$$TES = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & 2 \\ 3 & 1 & 1 & 3 \\ 3 & 1 & 1 & 3 \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & 1 \end{bmatrix}, \quad W = (0.095 \quad 0.25 \quad 0.25 \quad 0.067)^N$$

$$O = \begin{bmatrix} 1 & 0.38 & 0.38 & 1.418 \\ 2.632 & 1 & 1 & 3.731 \\ 2.632 & 1 & 1 & 3.731 \\ 0.705 & 0.268 & 0.268 & 1 \end{bmatrix}, S = \begin{bmatrix} 0 & 0.124 & 0.124 & 0.41 \\ 0.14 & 0 & 0 & 0.196 \\ 0.14 & 0 & 0 & 0.196 \\ 0.291 & 0.243 & 0.243 & 0 \end{bmatrix}$$

$$S_{toplamlam} = 2.105$$

$$YYT = \frac{S_{toplamlam}}{[(skala)x(n^2 - n)]} = \frac{2.105}{9 \times 12} = 0.02$$

(Karar Verici 4) Teknik Kapasite İkili Karşılaştırma Matrisi Tutarlılık

Oranı:

$$TK = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 3 \\ 1 & 1 & 4 \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{4} & 1 \end{bmatrix}, \quad W = (0.333 \quad 0.364 \quad 0.1)^N$$

$$O = \begin{bmatrix} 1 & 0.915 & 3.33 \\ 1.093 & 1 & 3.64 \\ 0.3 & 0.275 & 1 \end{bmatrix}, \quad S = \begin{bmatrix} 0 & 0.093 & 0.099 \\ 0.085 & 0 & 0.099 \\ 0.11 & 0.091 & 0 \end{bmatrix}$$

$$S_{toplamlam} = 0.577$$

$$YYT = \frac{S_{toplamlam}}{[(skala)x(n^2 - n)]} = \frac{0.577}{9 \times 6} = 0.011$$

(Karar Verici 4) Hizmet İkili Karşılaştırma Matrisi Tutarlılık Oranı:

$$H = \begin{bmatrix} 1 & 3 & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \\ \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \\ 3 & 3 & 1 & 1 \\ 3 & 3 & 1 & 1 \end{bmatrix}, \quad W = (0.1 \quad 0.056 \quad 0.25 \quad 0.25)^N$$

$$O = \begin{bmatrix} 1 & 1.786 & 0.4 & 0.4 \\ 0.56 & 1 & 0.224 & 0.224 \\ 2.5 & 4.464 & 1 & 1 \\ 2.5 & 4.464 & 1 & 1 \end{bmatrix}, S = \begin{bmatrix} 0 & 1.584 & 0.078 & 0.28 \\ 0.464 & 0 & 0.736 & 0.157 \\ 0.072 & 0.424 & 0 & 0.336 \\ 0.389 & 0.138 & 0.252 & 0 \end{bmatrix}$$

$$S_{toplamlam} = 3.449$$

$$YYT = \frac{S_{toplamlam}}{[(skala)x(n^2 - n)]} = \frac{3.449}{9 \times 12} = 0.032$$

(Karar Verici 4) Esneklik İkili Karşılaştırma Matrisi Tutarlılık Oranı:

$$E = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 1 & 4 \\ \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{2} & 2 \\ 1 & 2 & 1 & 4 \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{2} & \frac{1}{4} & 1 \end{bmatrix}, \quad W = (0.25 \quad 0.1 \quad 0.222 \quad 0.056)^N$$

$$O = \begin{bmatrix} 1 & 2.5 & 1.126 & 4.464 \\ 0.4 & 1 & 0.451 & 1.786 \\ 0.888 & 2.22 & 1 & 3.964 \\ 0.224 & 0.56 & 0.252 & 1 \end{bmatrix}, S = \begin{bmatrix} 0 & 0.2 & 0.112 & 0.104 \\ 0.168 & 0 & 0.109 & 0.12 \\ 0.126 & 0.099 & 0 & 0.009 \\ 0.116 & 0.107 & 0.008 & 0 \end{bmatrix}$$

$$S_{toplam} = 1.277$$

$$YYT = \frac{S_{toplam}}{[(skala) \times (n^2 - n)]} = \frac{1.277}{9 \times 12} = 0.012$$

(Karar Verici 4) Tedarikçi İşletme Değerleri İkili Karşılaştırma Matrisi

Tutarlılık Oranı:

$$TİD = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{2} & 2 & \frac{1}{3} \\ 2 & 1 & 3 & \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{3} & 1 & \frac{1}{4} \\ 3 & 2 & 4 & 1 \end{bmatrix}, \quad W = (0.143 \quad 0.25 \quad 0.083 \quad 0.414)^N$$

$$O = \begin{bmatrix} 1 & 0.572 & 1.723 & 0.345 \\ 1.748 & 1 & 3.012 & 0.604 \\ 0.58 & 0.332 & 1 & 0.201 \\ 2.895 & 1.656 & 4.988 & 1 \end{bmatrix}, S = \begin{bmatrix} 0 & 0.126 & 0.161 & 0.035 \\ 0.144 & 0 & 0.004 & 0.172 \\ 0.138 & 0.003 & 0 & 0.244 \\ 0.036 & 0.208 & 0.198 & 0 \end{bmatrix}$$

$$S_{toplam} = 1.469$$

$$YYT = \frac{S_{toplam}}{[(skala) \times (n^2 - n)]} = \frac{1.469}{9 \times 12} = 0.014$$

Yeni yöntem ile elde edilen karar vericilerin ikili karşılaştırmaları tutarlılık sonuçları aşağıdaki tablo üzerinde birleştirilmiştir. Tablo 101 içerisinde her bir karar verici için ana kriterler, kalite alt kriterleri, fiyat alt kriterleri, teslimat alt kriterleri, teknik kapasite alt kriterleri, hizmet alt kriterleri, esneklik alt kriterleri ve tedarikçi işletme değerleri alt kriterleri ikili karşılaştırma matrisleri ile yeni yöntem uygulaması ile elde edilen sonuçlar ve bu sonuçların karar vericilerin ortalaması gösterilmektedir.

Tablo 67: Tutarlılık Oranları (YY)

	Ana kriter- ler	k	f	tes	tk	h	e	tid
Karar verici 1	0.131	0.016	0.026	0	0	0.036	0.012	0.029
Karar verici 2	0.033	0.038	0.022	0	0.01	0.046	0.017	0.024
Karar verici 3	0.046	0.015	0.033	0	0.008	0.032	0.023	0.024
Karar verici 4	0.038	0.012	0.022	0.02	0.011	0.032	0.012	0.014
Ortalama	0.062	0.02	0.075	0.005	0.007	0.037	0.016	0.023

10.7.3. Ortalama Ağırlıklar ile Tedarikçi Değerlendirmeleri

Bu kısımda öncelikle karar vericilerden elde edilen işlem sonuçları tablo üzerinde birleştirilerek ortalama değerleri bulunacak ve AHP’ de yapıldığı şekilde bu ortalama sonuçlar tedarikçi değerlendirmeleri tabloları üzerinde işlem görecektir.

Tablo 68: Ana Kriter Ağırlıkları (YY)

	k	f	tes	tk	h	e	tid
Karar verici 1	0.195	0.139	0.286	0.052	0.079	0.236	0.014
Karar verici 2	0.376	0.205	0.168	0.047	0.076	0.111	0.016
Karar verici 3	0.281	0.324	0.167	0.061	0.045	0.108	0.014
Karar verici 4	0.369	0.25	0.157	0.041	0.067	0.098	0.018
Ortalama	0.305	0.23	0.195	0.05	0.067	0.138	0.016

Tablo 69: Kalite Ağırlıkları (YY)

	k1	k2	k3	k4
Karar verici 1	0.497	0.092	0.27	0.14
Karar verici 2	0.577	0.122	0.122	0.178
Karar verici 3	0.55	0.156	0.156	0.139
Karar verici 4	0.484	0.215	0.193	0.108
Ortalama	0.527	0.146	0.185	0.141

Tablo 70: Fiyat Ağırlıkları (YY)

	f1	f2	f3
Karar verici 1	0.701	0.088	0.211
Karar verici 2	0.644	0.103	0.253
Karar verici 3	0.644	0.089	0.267
Karar verici 4	0.644	0.103	0.253
Ortalama	0.658	0.096	0.246

Tablo 71: Teslimat Ağırlıkları (YY)

	tes1	tes2	tes3	tes4
Karar verici 1	0.3	0.3	0.3	0.1
Karar verici 2	0.286	0.286	0.286	0.143
Karar verici 3	0.25	0.25	0.25	0.25
Karar verici 4	0.144	0.378	0.378	0.101
Ortalama	0.245	0.304	0.304	0.149

Tablo 72: Teknik Kapasite Ağırlıkları (YY)

	tk1	tk2	tk3
Karar verici 1	0.333	0.333	0.333
Karar verici 2	0.46	0.414	0.126
Karar verici 3	0.434	0.466	0.1
Karar verici 4	0.418	0.457	0.126
Ortalama	0.411	0.418	0.171

Tablo 73: Hizmet Ağırlıkları (YY)

	h1	h2	h3	h4
Karar verici 1	0.151	0.071	0.499	0.279
Karar verici 2	0.114	0.071	0.489	0.327
Karar verici 3	0.152	0.085	0.381	0.381
Karar verici 4	0.152	0.085	0.381	0.381
Ortalama	0.142	0.078	0.438	0.342

Tablo 74: Esneklik Ağırlıkları (YY)

	e1	e2	e3	e4
Karar verici 1	0.535	0.109	0.289	0.066
Karar verici 2	0.393	0.148	0.393	0.066
Karar verici 3	0.388	0.15	0.388	0.074
Karar verici 4	0.398	0.159	0.354	0.089
Ortalama	0.429	0.142	0.356	0.074

Tablo 75: Tedarikçi İşletme Değerleri Ağırlıkları (YY)

	tid1	tid2	tid3	tid4
Karar verici 1	0.277	0.474	0.083	0.167
Karar verici 2	0.286	0.427	0.108	0.18
Karar verici 3	0.286	0.427	0.108	0.18
Karar verici 4	0.161	0.281	0.093	0.465
Ortalama	0.253	0.402	0.098	0.248

Değerlendirmelerde karar vericilerden elde edilen ağırlık değerlerinin ortalama sonuçları kullanılmıştır. Aşağıda belirtilen tablolarda yeni yöntem uygulaması ile elde edilne ağırlıkların ortalama sonuçları ağırlık olarak kabul edilerek tedarikçi değerlendirme verileri ile çarpım toplamaları toplam ağırlık vektörünü vermektedir. Bu vektör daha sonra normalizasyon işleminden geçirilmesi sonucunda normalize edilmiş ağırlık vektörü elde edilmiştir.

Tablo 76: Kalite Değerlendirmeleri (YY)

	w_{k1}	w_{k2}	w_{k3}	w_{k4}		
w_{ki}	0.527	0.146	0.185	0.141		
ted/k	k1	k2	k3	k4	Toplam Ağırlık Vektörü	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	7	8	7	7	7.149	0.32
ted2	7	9	9	8	7.796	0.349
ted3	8	8	7	5	7.384	0.331

Tablo 77: Fiyat Değerlendirmeleri (YY)

	w_{f1}	w_{f2}	w_{f3}		
w_{fi}	0.658	0.096	0.246		
ted/f	f1	f2	f3	Toplam Ağırlık Vektörü	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	8	7	4	6.92	0.326
ted2	8	7	6	7.412	0.349
ted3	7	6	7	6.904	0.325

Tablo 78: Teslimat Değerlendirmeleri (YY)

	w_{tes1}	w_{tes2}	w_{tes3}	w_{tes4}		
w_{tesi}	0.245	0.304	0.304	0.149		
ted/tes	tes1	tes2	tes3	tes4	Toplam Ağırlık Vektörü	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	7	8	8	5	7.324	0.329
ted2	8	8	7	6	7.414	0.333
ted3	6	8	8	8	7.526	0.338

Tablo 79: Teknik Kapasite Değerlendirmeleri (YY)

	w_{tk1}	w_{tk2}	w_{tk3}		
w_{tki}	0.411	0.418	0.171		
ted/tk	tk1	tk2	tk3	Toplam Ağırlık Vektörü	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	6	5	7	5.753	0.314
ted2	7	7	6	6.829	0.372
ted3	5	6	7	5.76	0.314

Tablo 80: Hizmet Değerlendirmeleri (YY)

	w_{h1}	w_{h2}	w_{h3}	w_{h4}		
w_{hi}	0.142	0.078	0.438	0.342		
ted/h	h1	h2	h3	h4	Toplam Ağırlık Vektörü	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	6	7	7	7	6.858	0.304
ted2	8	8	9	9	8.78	0.389
ted3	6	7	8	6	6.954	0.308

Tablo 81: Esneklik Değerlendirmeleri (YY)

	w_{e1}	w_{e2}	w_{e3}	w_{e4}		
w_{ei}	0.429	0.142	0.356	0.074		
ted/e	e1	e2	e3	e4	Toplam Ağırlık Vektörü	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	8	9	7	5	7.572	0.338
ted2	8	9	8	5	7.928	0.353
ted3	8	7	6	5	6.932	0.309

Tablo 82: Tedarikçi İşletme Değerleri Değerlendirmeleri (YY)

	w_{tid1}	w_{tid2}	w_{tid3}	w_{tid4}		
w_{tidi}	0.253	0.402	0.098	0.248		
ted/tid	tid1	tid2	tid3	tid4	Toplam Ağırlık Vektörü	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	2	5	2	2	3.208	0.287
ted2	2	7	3	3	4.358	0.39
ted3	2	6	2	2	3.61	0.323

Tablo 83: Genel Performans Değerlendirmeleri: (YY)

	w_k	w_f	w_{tes}	w_{tk}	w_h	w_e	w_{tid}	
w_i	0.305	0.23	0.195	0.05	0.067	0.138	0.016	
ted/ kriter	k	f	tes	tk	h	e	tid	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	0.32	0.326	0.329	0.314	0.304	0.338	0.287	0.324
ted2	0.349	0.349	0.333	0.372	0.389	0.353	0.39	0.351
ted3	0.331	0.325	0.338	0.314	0.308	0.309	0.323	0.325

10.8. YENİ YÖNTEM BULANIK UYGULAMASI

Önerilen yöntem bulanık olmayan yapı üzerinde uygulanabildiği gibi bulanık yapılarda da kullanılabilir. Bulanık sayılarla kullanılan yöntem üzerinde kullanılan yeni kavramlar ve tanımlamalar önceki bölümde konu edildiği için özet olarak anlatılacaktır.

Ters Çarpan:

Bir $\tilde{a}$ bulanık sayısının ters çarpan değeri ile çarpım sonucu $(1,1,1)$ bulanık sayısını verir. Örneğin; $\tilde{a} = (l, m, u)$ bulanık sayısı için ters çarpan sonucu $\tilde{a}^r = \left(\frac{1}{l}, \frac{1}{m}, \frac{1}{u}\right)$ olacaktır. (Bulanık sayının tersi $\tilde{a}^r = \left(\frac{1}{u}, \frac{1}{m}, \frac{1}{l}\right)$ 'dir). Ters çarpan verileri küçükten büyüğe doğru sıralanma işlemi yapılmayacaktır.

İçerik Sıralama:

Bir bulanık sayının ters çarpanı başka bulanık sayı ile çarpıldığında da elde edilen sonuç her zaman sıralı sonuç vermez. Bu nedenle bulanık sayıyı oluşturan sayıları yeniden sıralamak gerekmektedir. İçerik sıralama işlemi sayı üzeri q olarak gösterilecektir. $s = (4,3,3)$ için $s^q = (3,3,4)$ olarak belirtilecektir.

Normalize İşlemi (Normalizasyon) Gösterimi:

Normalizasyon işlemi $\tilde{A}^N$ olarak belirtilmektedir.

Herhangi bir sütunun ters çarpanının transpozu ile ikili karşılaştırma matrisi çarpılır. Bu çarpım işlemi sayesinde seçilen sütun hücre elemanı (bulunduğu satır verisi) tüm aynı satır elemanlarına bölünmüş olur. Elde edilen verilerimizin içeriği sıralanır ve normalizasyon sonucunda oranlar elde edilir.

$$\tilde{W} = \left(\left(\left(\left(\tilde{a}_j^r \right)^T \otimes \tilde{A} \right)^r \right)^q \right)^N, j = 1 \vee 2 \vee \dots \vee n \quad (98)$$

10.8.1. Ana Kriterlerin Ağırlıklarının Bulunması

Uygulamada ikili karşılaştırma matrisinin ilk sütunu ($j=1$) yani k sütunu (vektörü) ile işlemleri gerçekleştirmekteyiz.

Tablo 84: k Sütunu Ters Çarpanları

k	k^r	Çarpım
(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
(1/2, 1/2, 2)	(2, 2, 1/2)	(1, 1, 1)
(1/3, 5/12, 2)	(3, 12/5, 2)	(1, 1, 1)
(1/7, 1/6, 1/4)	(7, 6, 4)	(1, 1, 1)
(1/5, 1/5, 1/3)	(5, 5, 3)	(1, 1, 1)
(1/4, 7/24, 2)	(4, 24/7, 1/2)	(1, 1, 1)
(1/9, 17/144, 1/8)	(9, 144/17, 8)	(1, 1, 1)

$$\tilde{W} = \left(\left(\left(\left(\tilde{k}^r \right)^T \otimes \tilde{A} \right)^r \right)^q \right)^N \quad (99)$$

olduğuna göre $\tilde{W} =$

$$\left(\left(\left(\left[\begin{array}{c} (1,1,1) \\ (2,2,\frac{1}{2}) \\ (3,\frac{12}{5},2) \\ (7,6,4) \\ (5,5,3) \\ (4,\frac{24}{7},\frac{1}{2}) \\ (9,\frac{144}{17},8) \end{array} \right]^T \otimes \left[\begin{array}{ccccccc} (1,1,1) & (\frac{1}{2},2,2) & (\frac{1}{2},\frac{5}{2},3) & (4,6,7) & (3,5,5) & (\frac{1}{2},\frac{7}{2},4) & (8,\frac{17}{2},9) \\ (\frac{1}{2},\frac{1}{2},2) & (1,1,1) & (\frac{1}{2},\frac{3}{2},3) & (3,5,5) & (2,\frac{7}{2},4) & (\frac{1}{2},\frac{5}{2},4) & (8,\frac{17}{2},9) \\ (\frac{1}{3},\frac{5}{12},2) & (\frac{1}{3},\frac{3}{4},2) & (1,1,1) & (3,\frac{7}{2},6) & (2,\frac{7}{2},5) & (1,2,2) & (7,\frac{15}{2},9) \\ (\frac{1}{7},\frac{1}{6},\frac{1}{4}) & (\frac{1}{5},\frac{1}{5},\frac{1}{3}) & (\frac{1}{6},\frac{7}{24},\frac{1}{3}) & (1,1,1) & (\frac{1}{3},\frac{1}{2},2) & (\frac{1}{4},\frac{1}{3},\frac{1}{2}) & (6,7,8) \\ (\frac{1}{5},\frac{1}{5},\frac{1}{3}) & (\frac{1}{4},\frac{7}{24},\frac{1}{2}) & (\frac{1}{5},\frac{7}{24},\frac{1}{2}) & (\frac{1}{2},2,3) & (1,1,1) & (\frac{1}{3},\frac{5}{12},\frac{1}{2}) & (6,\frac{15}{2},8) \\ (\frac{1}{4},\frac{7}{24},2) & (\frac{1}{4},\frac{5}{12},2) & (\frac{1}{2},\frac{1}{2},1) & (2,3,4) & (2,\frac{5}{2},3) & (1,1,1) & (5,7,8) \\ (\frac{1}{9},\frac{17}{144},\frac{1}{8}) & (\frac{1}{9},\frac{17}{144},\frac{1}{8}) & (\frac{1}{9},\frac{15}{112},\frac{1}{7}) & (\frac{1}{8},\frac{1}{7},\frac{1}{6}) & (\frac{1}{8},\frac{15}{112},\frac{1}{6}) & (\frac{1}{8},\frac{1}{7},\frac{1}{5}) & (1,1,1) \end{array} \right] \right) \right) \right)^T \right)^r \right)^q \right)^N$$

$$\left(\left(\left(\left(\begin{array}{ccc} (1+1+1+1+1+1, & 1+1+1+1+1+1, & 1+1+1+1+1+1) \\ (\frac{1}{2}+2+1+\frac{7}{5}+\frac{5}{4}+1+1, & 2+2+\frac{9}{5}+\frac{6}{5}+\frac{35}{24}+\frac{12}{7}+1, & 2+\frac{1}{2}+4+\frac{4}{3}+\frac{3}{2}+1+1) \\ (\frac{1}{2}+1+3+\frac{7}{6}+1+2+1, & \frac{5}{2}+3+\frac{12}{5}+\frac{7}{4}+\frac{35}{24}+\frac{12}{7}+\frac{135}{119}, & 3+\frac{3}{2}+2+\frac{4}{3}+\frac{3}{2}+\frac{1}{2}+\frac{8}{7}) \\ (4+6+9+7+\frac{5}{2}+8+\frac{9}{8}, & 6+10+\frac{42}{5}+6+10+\frac{72}{7}+\frac{144}{119}, & 7+\frac{5}{2}+12+4+9+2+\frac{4}{3}) \\ (3+4+6+\frac{7}{3}+5+8+\frac{9}{8}, & 5+7+\frac{42}{5}+3+5+\frac{60}{7}+\frac{135}{119}, & 5+2+4+2+\frac{3}{2}+\frac{1}{2}+\frac{8}{5}) \\ (\frac{1}{2}+1+3+\frac{7}{4}+\frac{5}{3}+4+\frac{9}{8}, & \frac{7}{2}+5+\frac{24}{5}+2+\frac{25}{12}+\frac{24}{7}+\frac{144}{119}, & 4+2+4+2+\frac{3}{2}+\frac{1}{2}+\frac{8}{5}) \\ (8+16+21+42+30+20+9, & \frac{17}{2}+17+18+42+\frac{75}{2}+24+\frac{144}{17}, & 9+\frac{9}{2}+18+32+24+12) \end{array} \right) \right) \right)^r \right)^q \right)^N$$

$$= \left(\left(\left(\left[\begin{array}{c} (7,7,7) \\ (\frac{163}{20}, \frac{1877}{168}, \frac{34}{3}) \\ (\frac{29}{3}, \frac{199307}{14280}, \frac{461}{42}) \\ (\frac{301}{8}, \frac{30878}{595}, \frac{227}{6}) \\ (\frac{707}{24}, \frac{22673}{595}, \frac{83}{5}) \\ (\frac{313}{24}, \frac{157237}{7140}, \frac{68}{5}) \\ (146, \frac{2643}{17}, 95) \end{array} \right] \right)^r \right)^q \right)^N = \left(\left[\begin{array}{c} (\frac{1}{7}, \frac{1}{7}, \frac{1}{7}) \\ (\frac{20}{163}, \frac{168}{1877}, \frac{3}{34}) \\ (\frac{3}{29}, \frac{14280}{199307}, \frac{42}{461}) \\ (\frac{8}{301}, \frac{595}{30878}, \frac{6}{227}) \\ (\frac{24}{707}, \frac{595}{22673}, \frac{5}{83}) \\ (\frac{24}{313}, \frac{7140}{157237}, \frac{5}{68}) \\ (\frac{1}{146}, \frac{17}{2643}, \frac{1}{95}) \end{array} \right] \right)^q \right)^N$$

$$\begin{aligned}
&= \left(\begin{bmatrix} (0.143, 0.143, 0.143) \\ (0.123, 0.09, 0.088) \\ (0.104, 0.072, 0.091) \\ (0.027, 0.019, 0.026) \\ (0.034, 0.026, 0.06) \\ (0.077, 0.026, 0.06) \\ (0.007, 0.006, 0.011) \end{bmatrix}^q \right)^N = \begin{bmatrix} (0.143, 0.143, 0.143) \\ (0.088, 0.09, 0.123) \\ (0.072, 0.091, 0.104) \\ (0.019, 0.026, 0.027) \\ (0.026, 0.034, 0.06) \\ (0.026, 0.06, 0.077) \\ (0.006, 0.007, 0.011) \end{bmatrix}^N \\
&= \begin{bmatrix} k & (0.376, 0.317, 0.262) \\ f & (0.232, 0.2, 0.226) \\ tes & (0.19, 0.202, 0.191) \\ tk & (0.05, 0.058, 0.049) \\ h & (0.068, 0.075, 0.11) \\ e & (0.068, 0.133, 0.141) \\ tid & (0.016, 0.016, 0.02) \end{bmatrix}
\end{aligned}$$

10.8.2. Alt Kriterlerin Ağırlıklarının Bulunması

Kalite Alt Kriterleri:

Önceki işlemlerde de olduğu gibi varolan kalite alt kriterlerlerinin bulanık ikili karşılaştırma matrisi kullanılacaktır. Uygulamada ikili karşılaştırma matrisinin ilk sütunu (j=1) yani k1 sütunu (vektörü) ile işlemleri gerçekleştirmekteyiz.

Tablo 85: k1 Sütunu Ters Çarpanları

$k1$	$k1^r$	Çarpım
(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
(1/4, 1/3, 1/2)	(4, 3, 2)	(1, 1, 1)
(1/3, 1/3, 1/2)	(3, 3, 2)	(1, 1, 1)
(1/5, 9/40, 1/4)	(5, 40/9, 4)	(1, 1, 1)

$$\begin{aligned}
\tilde{W} &= \left(\left(\left((\tilde{a}_j^r)^T \otimes \tilde{A} \right)^r \right)^q \right)^N, j = 1 \vee 2 \vee \dots \vee v, \\
\tilde{W} &= \left(\left(\left((\tilde{k}1^r)^T \otimes \tilde{A} \right)^r \right)^q \right)^N
\end{aligned}$$

olduğuna göre $\tilde{W} =$

$$\begin{aligned}
& \left(\left(\left(\left(\begin{bmatrix} (1, 1, 1) \\ (4, 3, 2) \\ (3, 3, 2) \\ \left(5, \frac{40}{9}, 4\right) \end{bmatrix}^T \otimes \begin{bmatrix} (1, 1, 1) & (2, 3, 4) & (2, 3, 3) & \left(4, \frac{9}{2}, 5\right) \\ \left(\frac{1}{4}, \frac{1}{3}, \frac{1}{2}\right) & (1, 1, 1) & \left(\frac{1}{3}, 1, 1\right) & \left(\frac{1}{2}, \frac{3}{4}, 2\right) \\ \left(\frac{1}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{2}\right) & (1, 1, 3) & (1, 1, 1) & \left(\frac{1}{2}, \frac{3}{2}, 2\right) \\ \left(\frac{1}{5}, \frac{9}{40}, \frac{1}{4}\right) & \left(\frac{1}{2}, \frac{3}{2}, 2\right) & \left(\frac{1}{2}, \frac{3}{4}, 2\right) & (1, 1, 1) \end{bmatrix} \right) \right)^T \right)^r \right)^q \right)^N \\
&= \left(\left(\left(\left(\begin{pmatrix} 1+1+1+1, & 1+1+1+1, & 1+1+1+1 \\ 2+4+3+\frac{5}{2}, & 3+3+3+\frac{20}{3}, & 4+2+6+8 \\ 2+\frac{4}{3}+3+\frac{5}{2}, & 3+3+3+\frac{10}{3}, & 3+2+2+8 \\ 4+2+\frac{3}{2}+5, & \frac{9}{2}+\frac{9}{4}+\frac{9}{2}+\frac{40}{9}, & 5+10+4+4 \end{pmatrix} \right) \right)^r \right)^q \right)^N \\
&= \left(\left(\left(\left(\begin{bmatrix} (4, 4, 4) \\ \left(\frac{23}{2}, \frac{47}{3}, 20\right) \\ \left(\frac{53}{6}, \frac{37}{3}, 15\right) \\ \left(\frac{25}{2}, \frac{565}{36}, 23\right) \end{bmatrix} \right) \right)^r \right)^q \right)^N = \left(\left(\left(\begin{bmatrix} \left(\frac{1}{4}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4}\right) \\ \left(\frac{2}{23}, \frac{3}{47}, \frac{1}{20}\right) \\ \left(\frac{6}{53}, \frac{3}{37}, \frac{1}{15}\right) \\ \left(\frac{2}{25}, \frac{36}{565}, \frac{1}{23}\right) \end{bmatrix} \right) \right)^q \right)^N \\
&= \left(\begin{bmatrix} (0.25, 0.25, 0.25) \\ (0.087, 0.064, 0.05) \\ (0.113, 0.081, 0.067) \\ (0.08, 0.064, 0.044) \end{bmatrix}^q \right)^N = \begin{bmatrix} (0.25, 0.25, 0.25) \\ (0.05, 0.064, 0.087) \\ (0.067, 0.081, 0.113) \\ (0.044, 0.064, 0.08) \end{bmatrix}^N \\
&= \begin{bmatrix} k1 & (0.608, 0.545, 0.472) \\ k2 & (0.122, 0.139, 0.164) \\ k3 & (0.163, 0.177, 0.213) \\ k4 & (0.107, 0.139, 0.150) \end{bmatrix}
\end{aligned}$$

Fiyat Alt Kriterleri:

Önceki işlemlerde de olduğu gibi varolan kalite alt kriterlerlerinin bulanık ikili karşılaştırma matrisi kullanılacaktır. Uygulamada ikili karşılaştırma matrisinin ilk sütunu (j=1) yani f1 sütunu (vektörü) ile işlemleri gerçekleştirmekteyiz.

Tablo 86: f1 Sütunu Ters Çarpanları

$f1$	$f1^r$	Çarpım
(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
(1/6, 1/5, 1/5)	(6, 5, 5)	(1, 1, 1)
(1/4, 1/3, 1/3)	(4, 3, 3)	(1, 1, 1)

$$\tilde{W} = \left(\left(\left(\left(\tilde{a}_j^r \right)^T \otimes \tilde{A} \right)^r \right)^q \right)^N, j = 1 \vee 2 \vee \dots \vee n$$

$$\tilde{W} = \left(\left(\left(\left(\tilde{f}1^r \right)^T \otimes \tilde{A} \right)^r \right)^q \right)^N$$

olduğuna göre

$$\begin{aligned} \tilde{W} &= \left(\left(\left(\left(\left[\begin{array}{ccc} (1, 1, 1) \\ (6, 5, 5) \\ (4, 3, 3) \end{array} \right]^T \otimes \left[\begin{array}{ccc} (1, 1, 1) & (5, 5, 6) & (3, 3, 4) \\ (\frac{1}{6}, \frac{1}{5}, \frac{1}{5}) & (1, 1, 1) & (\frac{1}{4}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3}) \\ (\frac{1}{4}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3}) & (3, 3, 4) & (1, 1, 1) \end{array} \right] \right)^r \right)^q \right)^N \\ &= \left(\left(\left(\left[\begin{array}{ccc} (1 + 1 + 1, & 1 + 1 + 1, & 1 + 1 + 1) \\ (5 + 6 + 12, & 5 + 5 + 9, & 6 + 5 + 12) \\ \left(3 + \frac{3}{2} + 4, & 3 + \frac{5}{3} + 3, & 4 + \frac{5}{3} + 3 \right) \end{array} \right] \right)^r \right)^q \right)^N \\ &= \left(\left(\left(\left[\begin{array}{c} (3, 3, 3) \\ (23, 19, 23) \\ (\frac{17}{2}, \frac{23}{3}, \frac{26}{3}) \end{array} \right] \right)^r \right)^q \right)^N = \left(\left[\begin{array}{c} (\frac{1}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3}) \\ (\frac{1}{23}, \frac{1}{19}, \frac{1}{23}) \\ (\frac{2}{17}, \frac{3}{23}, \frac{3}{26}) \end{array} \right] \right)^q \right)^N \end{aligned}$$

$$= \left(\begin{bmatrix} (0.333, 0.333, 0.333) \\ (0.044, 0.053, 0.044) \\ (0.118, 0.13, 0.115) \end{bmatrix}^q \right)^N = \begin{bmatrix} (0.333, 0.333, 0.333) \\ (0.044, 0.044, 0.053) \\ (0.115, 0.118, 0.13) \end{bmatrix}^N$$

$$= \begin{bmatrix} f1 & (0.677, 0.673, 0.645) \\ f2 & (0.089, 0.089, 0.103) \\ f3 & (0.234, 0.238, 0.252) \end{bmatrix}$$

sonucuyla fiyat alt kriterleri için bulanık ağırlık değerleri elde edilmiştir.

Teslimat Alt Kriterleri:

Önceki işlemlerde de olduğu gibi varolan teslimat alt kriterlerlerinin bulanık ikili karşılaştırma matrisi kullanılacaktır. Uygulamada ikili karşılaştırma matrisinin ilk sütunu (j=1) yani tes1 sütunu (vektörü) ile işlemleri gerçekleştirmekteyiz.

Teslimat alt kriterleri içerisinde tes1 alt kriteri ele alınmış olup, tes1 sütununun ters çarpan değerleri elde edilmiştir. tes1 sütun değerleri için tes1 ters çarpan değerleri aşağıda tablo 72 üzerinde belirtilmektedir.

Tablo 87: tes1 Sütunu Ters Çarpanları

<i>tes1</i>	<i>tes1^r</i>	Çarpım
(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
(1, 1, 3)	(1, 1, 1/3)	(1, 1, 1)
(1, 1, 3)	(1, 1, 1/3)	(1, 1, 1)
(1/3, 1/2, 1)	(3, 2, 1)	(1, 1, 1)

$$\tilde{W} = \left(\left(\left(\left(\tilde{a}_j^r \right)^T \otimes \tilde{A} \right)^r \right)^q \right)^N, j = 1 \vee 2 \vee \dots \vee n$$

$$\tilde{W} = \left(\left(\left(\left(\widetilde{tes1^r} \right)^T \otimes \tilde{A} \right)^r \right)^q \right)^N$$

olduğuna göre $\tilde{W} =$

$$\begin{aligned}
& \left(\left(\left(\left(\begin{bmatrix} (1,1,1) \\ \left(1,1,\frac{1}{3}\right) \\ \left(1,1,\frac{1}{3}\right) \\ (3,2,1) \end{bmatrix}^T \right)^{\boxplus} \right) \right) \left[\begin{array}{cccc} (1,1,1) & \left(\frac{1}{3},1,1\right) & \left(\frac{1}{3},1,1\right) & (1,2,3) \\ (1,1,3) & (1,1,1) & (1,1,1) & \left(1,\frac{5}{2},3\right) \\ (1,1,3) & (1,1,1) & (1,1,1) & \left(1,\frac{5}{2},3\right) \\ \left(\frac{1}{3},\frac{1}{2},1\right) & \left(\frac{1}{3},\frac{5}{12},1\right) & \left(\frac{1}{3},\frac{5}{12},1\right) & (1,1,1) \end{array} \right] \right)^T \right)^r \right)^q \right)^N \\
= & \left(\left(\left(\left(\begin{array}{ccc} (1+1+1+1, & 1+1+1+1, & 1+1+1+1) \\ \left(\frac{1}{3}+1+1+1, & 1+1+1+\frac{5}{6}, & 1+\frac{1}{3}+\frac{1}{3}+1\right) \\ \left(\frac{1}{3}+1+1+1, & 1+1+1+\frac{5}{6}, & 1+\frac{1}{3}+\frac{1}{3}+1\right) \\ \left(1+1+1+3, & 2+\frac{5}{2}+\frac{5}{2}+1, & 3+1+1+1\right) \end{array} \right) \right)^r \right)^q \right)^N \\
= & \left(\left(\left(\left(\begin{bmatrix} (4,4,4) \\ \left(\frac{10}{3},\frac{23}{6},\frac{8}{3}\right) \\ \left(\frac{10}{3},\frac{23}{6},\frac{8}{3}\right) \\ (6,8,6) \end{bmatrix} \right)^r \right)^q \right)^N = \left(\left(\begin{bmatrix} \left(\frac{1}{4},\frac{1}{4},\frac{1}{4}\right) \\ \left(\frac{3}{10},\frac{6}{23},\frac{3}{8}\right) \\ \left(\frac{3}{10},\frac{6}{23},\frac{3}{8}\right) \\ \left(\frac{1}{6},\frac{1}{8},\frac{1}{6}\right) \end{bmatrix} \right)^q \right)^N \\
= & \left(\begin{bmatrix} (0.25,0.25,0.25) \\ (0.3,0.261,0.375) \\ (0.3,0.261,0.375) \\ (0.167,0.125,0.167) \end{bmatrix} \right)^q \right)^N = \left[\begin{array}{c} (0.25,0.25,0.25) \\ (0.261,0.3,0.375) \\ (0.261,0.3,0.375) \\ (0.125,0.167,0.167) \end{array} \right]^N \\
= & \begin{bmatrix} tes1 & (0.279,0.246,0.214) \\ tes2 & (0.291,0.295,0.321) \\ tes3 & (0.291,0.295,0.321) \\ tes4 & (0.139,0.164,0.143) \end{bmatrix}
\end{aligned}$$

Teknik Kapasite Alt Kriterleri:

Önceki işlemlerde de olduğu gibi varolan teknik kapasite alt kriterlerinin bulanık ikili karşılaştırma matrisi kullanılacaktır. Uygulamada ikili karşılaştırma matrisinin ilk sütunu (j=1) yani tk1 sütunu (vektörü) ile işlemleri gerçekleştirmekteyiz.

Tablo 88: tk1 Sütunu Ters Çarpanları

$tk1$	$tk1^r$	Çarpım
(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
(1/4, 7/24, 1)	(4, 24/7, 1)	(1, 1, 1)

$$\tilde{W} = \left(\left(\left(\left(\tilde{a}_j^r \right)^T \otimes \tilde{A} \right)^r \right)^q \right)^N, j = 1 \vee 2 \vee \dots \vee n$$

$$\tilde{W} = \left(\left(\left(\left(tk1^r \right)^T \otimes \tilde{A} \right)^r \right)^q \right)^N$$

olduğuna göre;

$$\begin{aligned} \tilde{W} &= \left(\left(\left(\left(\begin{bmatrix} (1, 1, 1) \\ (1, 1, 1) \\ \left(4, \frac{24}{7}, 1\right) \end{bmatrix}^T \otimes \begin{bmatrix} (1, 1, 1) & (1, 1, 1) & \left(1, \frac{7}{2}, 4\right) \\ (1, 1, 1) & (1, 1, 1) & \left(1, \frac{7}{2}, 5\right) \\ \left(\frac{1}{4}, \frac{7}{24}, 1\right) & \left(\frac{1}{5}, \frac{7}{24}, 1\right) & (1, 1, 1) \end{bmatrix} \right)^r \right)^q \right)^N \\ &= \left(\left(\left(\left(\begin{bmatrix} (1+1+1, & 1+1+1, & 1+1+1) \\ \left(1+1+\frac{4}{5}, & 1+1+1, & 1+1+1\right) \\ \left(1+1+4, & \frac{7}{2}+\frac{7}{2}+\frac{24}{7}, & 4+5+1\right) \end{bmatrix} \right)^r \right)^q \right)^N \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \left(\left(\left(\left(\left[\begin{pmatrix} 3, 3, 3 \\ \frac{14}{5}, 3, 3 \\ 6, \frac{73}{7}, 10 \end{pmatrix} \right] \right)^r \right)^q \right)^N = \left(\left[\begin{pmatrix} \frac{1}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3} \\ \frac{5}{14}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3} \\ \frac{1}{6}, \frac{7}{73}, \frac{1}{10} \end{pmatrix} \right]^q \right)^N \\
&= \left(\left[\begin{pmatrix} 0.333, 0.333, 0.333 \\ 0.357, 0.333, 0.333 \\ 0.167, 0.096, 0.1 \end{pmatrix} \right]^q \right)^N = \left[\begin{pmatrix} 0.333, 0.333, 0.333 \\ 0.333, 0.333, 0.357 \\ 0.096, 0.1, 0.167 \end{pmatrix} \right]^N \\
&= \begin{bmatrix} tk1 & (0.437, 0.435, 0.389) \\ tk2 & (0.437, 0.435, 0.417) \\ tk3 & (0.126, 0.131, 0.195) \end{bmatrix}
\end{aligned}$$

Hizmet Alt Kriterleri:

Önceki işlemlerde de olduğu gibi var olan hizmet alt kriterlerlerinin bulanık ikili karşılaştırma matrisi kullanılacaktır. Uygulamada ikili karşılaştırma matrisinin ilk sütunu ($j=1$) yani $h1$ sütunu (vektörü) ile işlemleri gerçekleştirmekteyiz.

Hizmet alt kriterleri içerisinde $h1$ atl kriteri ele alınmış olup, $h1$ sütununun ters çarpan değerleri elde edilmiştir. $h1$ sütun değerleri için $h1$ ters çarpan değerleri aşağıda tablo 74 üzerinde belirtilmektedir.

Tablo 89: $h1$ Sütunu Ters Çarpanları

$h1$	$h1^r$	Çarpım
(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
(1/3, 1/3, 1/3)	(3, 3, 3)	(1, 1, 1)
(3, 7/2, 4)	(1/3, 2/7, 1/4)	(1, 1, 1)
(3, 3, 4)	(1/3, 1/3, 1/4)	(1, 1, 1)

$$\tilde{W} = \left(\left(\left(\left(\tilde{a}_j^r \right)^T \otimes \tilde{A} \right)^r \right)^q \right)^N, j = 1 \vee 2 \vee \dots \vee n$$

$$\tilde{W} = \left(\left(\left(\left(\tilde{h1}^r \right)^T \otimes \tilde{A} \right)^r \right)^q \right)^N$$

olduğuna göre;

$$\begin{aligned}
\tilde{W} &= \left(\left(\left(\left(\begin{bmatrix} (1,1,1) \\ (3,3,3) \\ (\frac{1}{3}, \frac{2}{7}, \frac{1}{4}) \\ (\frac{1}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}) \end{bmatrix}^T \otimes \begin{bmatrix} (1,1,1) & (3,3,3) & (\frac{1}{4}, \frac{7}{24}, \frac{1}{3}) & (\frac{1}{4}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3}) \\ (\frac{1}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3}) & (1,1,1) & (\frac{1}{5}, \frac{7}{24}, \frac{1}{3}) & (\frac{1}{4}, \frac{7}{24}, \frac{1}{3}) \\ (3, \frac{7}{2}, 4) & (3, \frac{7}{2}, 5) & (1,1,1) & (1, \frac{3}{2}, 3) \\ (3,3,4) & (3, \frac{7}{2}, 4) & (\frac{1}{3}, \frac{3}{4}, 1) & (1,1,1) \end{bmatrix} \right) \right) \right) \right)^T \right)^r \right)^q \Big)^N \\
&= \left(\left(\left(\left(\begin{pmatrix} 1+1+1+1, & 1+1+1+1, & 1+1+1+1 \\ 3+3+1+1, & 3+3+1+\frac{7}{6}, & 3+3+\frac{5}{4}+1 \\ (\frac{1}{4}+\frac{3}{5}+\frac{1}{3}+\frac{1}{9}, & \frac{7}{24}+\frac{21}{24}+\frac{2}{7}+\frac{1}{4}, & \frac{1}{3}+1+\frac{1}{4}+\frac{1}{4}) \\ (\frac{1}{4}+\frac{3}{4}+\frac{1}{3}+\frac{1}{3}, & \frac{1}{3}+\frac{7}{8}+\frac{3}{7}+\frac{1}{3}, & \frac{1}{3}+1+\frac{3}{4}+\frac{1}{4}) \end{pmatrix} \right) \right) \right) \right)^r \right)^q \Big)^N \\
&= \left(\left(\left(\left(\begin{pmatrix} 4,4,4 \\ 8, \frac{49}{6}, \frac{33}{4} \\ (\frac{593}{180}, \frac{143}{84}, \frac{11}{6}) \\ (\frac{11}{3}, \frac{331}{168}, \frac{7}{3}) \end{pmatrix} \right) \right) \right) \right)^r \right)^q \Big)^N = \left(\left(\left(\left(\begin{pmatrix} \frac{1}{4}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4} \\ \frac{1}{8}, \frac{6}{49}, \frac{4}{33} \\ (\frac{180}{593}, \frac{84}{143}, \frac{6}{11}) \\ (\frac{3}{11}, \frac{168}{331}, \frac{3}{7}) \end{pmatrix} \right) \right) \right) \right)^q \Big)^N \\
&= \left(\begin{bmatrix} (0.25, 0.25, 0.25) \\ (0.125, 0.123, 0.121) \\ (0.304, 0.587, 0.546) \\ (0.273, 0.508, 0.429) \end{bmatrix}^q \right)^N = \begin{bmatrix} (0.25, 0.25, 0.25) \\ (0.121, 0.123, 0.125) \\ (0.304, 0.546, 0.587) \\ (0.273, 0.429, 0.508) \end{bmatrix}^N \\
&= \begin{bmatrix} h1 & (0.264, 0.186, 0.17) \\ h2 & (0.128, 0.09, 0.085) \\ h3 & (0.321, 0.405, 0.399) \\ h4 & (0.288, 0.318, 0.346) \end{bmatrix}
\end{aligned}$$

Esneklik Alt Kriterleri:

Önceki işlemlerde de olduğu gibi var olan esneklik alt kriterlerinin bulanık ikili karşılaştırma matrisi kullanılacaktır. Uygulamada ikili karşılaştırma matrisinin ilk sütunu (j=1) yani e1 sütunu (vektörü) ile işlemleri gerçekleştirmektediriz.

Tablo 90: e1 Sütunu Ters Çarpanları

$e1$	$e1^r$	Çarpım
(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
(1/5, 1/3, 1/3)	(5, 3, 3)	(1, 1, 1)
(1/2, 1, 1)	(2, 1, 1)	(1, 1, 1)
(1/7, 9/40, 1/4)	(7, 40/9, 4)	(1, 1, 1)

$$\tilde{W} = \left(\left(\left(\left(\tilde{a}_j^r \right)^T \otimes \tilde{A} \right)^r \right)^q \right)^N, j = 1 \vee 2 \vee \dots \vee n$$

$$\tilde{W} = \left(\left(\left(\left(\tilde{e1}^r \right)^T \otimes \tilde{A} \right)^r \right)^q \right)^N$$

olduğuna göre;

$$\tilde{W} = \left(\left(\left(\left(\begin{bmatrix} (1, 1, 1) \\ (5, 3, 3) \\ (2, 1, 1) \\ \left(7, \frac{40}{9}, 4 \right) \end{bmatrix}^T \right)^{\otimes} \right)^r \right)^q \right)^N$$

$$\tilde{W} = \left(\left(\left(\left(\begin{bmatrix} (1, 1, 1) & (3, 3, 5) & (1, 1, 2) & \left(4, \frac{9}{2}, 7 \right) \\ \left(\frac{1}{5}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3} \right) & (1, 1, 1) & \left(\frac{1}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{2} \right) & \left(2, \frac{5}{2}, 3 \right) \\ \left(\frac{1}{2}, 1, 1 \right) & (2, 3, 3) & (1, 1, 1) & (4, 4, 5) \\ \left(\frac{1}{7}, \frac{9}{40}, \frac{1}{4} \right) & \left(\frac{1}{3}, \frac{5}{12}, \frac{1}{2} \right) & \left(\frac{1}{5}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4} \right) & (1, 1, 1) \end{bmatrix} \right)^{\otimes} \right)^r \right)^q \right)^N$$

$$\begin{aligned}
&= \left(\left(\left(\left(\begin{array}{ccc} (1+1+1+1, & 1+1+1+1, & 1+1+1+1) \\ (3+5+4+\frac{7}{3}, & 3+3+3+\frac{50}{27}, & 5+3+3+2) \\ (1+\frac{5}{3}+2+\frac{7}{5}, & 1+1+1+\frac{10}{9}, & 2+\frac{3}{2}+1+1) \\ (4+10+8+7, & \frac{9}{2}+\frac{15}{2}+4+\frac{40}{9}, & 7+9+5+4) \end{array} \right) \right)^r \right)^q \right)^N \\
&= \left(\left(\left(\left(\begin{array}{c} (4,4,4) \\ (\frac{43}{3}, \frac{293}{27}, 13) \\ (\frac{91}{15}, \frac{37}{9}, \frac{11}{3}) \\ (29, \frac{184}{9}, 25) \end{array} \right) \right)^r \right)^q \right)^N = \left(\left[\begin{array}{c} (\frac{1}{4}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4}) \\ (\frac{3}{43}, \frac{27}{293}, \frac{1}{13}) \\ (\frac{15}{91}, \frac{9}{37}, \frac{3}{11}) \\ (\frac{1}{29}, \frac{9}{184}, \frac{1}{25}) \end{array} \right]^q \right)^N \\
&= \left(\left[\begin{array}{c} (0.25, 0.25, 0.25) \\ (0.07, 0.092, 0.077) \\ (0.165, 0.243, 0.273) \\ (0.035, 0.049, 0.04) \end{array} \right]^q \right)^N = \left[\begin{array}{c} (0.25, 0.25, 0.25) \\ (0.07, 0.077, 0.092) \\ (0.165, 0.243, 0.273) \\ (0.035, 0.04, 0.049) \end{array} \right]^N \\
&= \begin{bmatrix} e1 & (0.481, 0.41, 0.377) \\ e2 & (0.135, 0.126, 0.139) \\ e3 & (0.317, 0.398, 0.411) \\ e4 & (0.067, 0.066, 0.074) \end{bmatrix}
\end{aligned}$$

Tedarikçi İşletme Değerleri Alt Kriterleri:

Önceki işlemlerde de olduğu gibi var olan tedarikçi işletme değerleri alt kriterlerinin bulanık ikili karşılaştırma matrisi kullanılacaktır. Uygulamada diğerlerinden farklı olarak ikili karşılaştırma matrisinin ilk sütunu (j=2) yani tid2 sütunu (vektörü) ile işlemleri gerçekleştirmekteyiz.

Tablo 91: tid2 Sütunu Ters Çarpanları

<i>tid2</i>	<i>tid2^r</i>	Çarpım sonucu
(1/2, 1/2, 1/2)	(2, 2, 2)	(1, 1, 1)
(1, 1, 1)	(1, 1, 1)	(1, 1, 1)
(1/4, 1/3, 1/3)	(4, 3, 3)	(1, 1, 1)
(1/3, 1/2, 2)	(3, 2, 1/2)	(1, 1, 1)

$$\tilde{W} = \left(\left(\left(\left(\tilde{a}_j^r \right)^T \otimes \tilde{A} \right)^r \right)^q \right)^N, j = 1 \vee 2 \vee \dots \vee n$$

$$\tilde{W} = \left(\left(\left(\widetilde{tid2^r} \right)^T \otimes \tilde{A} \right)^r \right)^q \right)^N$$

olduğuna göre;

$$\begin{aligned} \tilde{W} &= \left(\left(\left(\left(\left[\begin{array}{c} (2, 2, 2) \\ (1, 1, 1) \\ (4, 3, 3) \\ \left(3, 2, \frac{1}{2} \right) \end{array} \right]^T \otimes \left[\begin{array}{cccc} (1, 1, 1) & \left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2} \right) & (2, 3, 3) & \left(\frac{1}{3}, 2, 2 \right) \\ (2, 2, 2) & (1, 1, 1) & (3, 3, 4) & \left(\frac{1}{2}, 2, 3 \right) \\ \left(\frac{1}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{2} \right) & \left(\frac{1}{4}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3} \right) & (1, 1, 1) & \left(\frac{1}{4}, \frac{5}{12}, \frac{1}{2} \right) \\ \left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 3 \right) & \left(\frac{1}{3}, \frac{1}{2}, 2 \right) & \left(2, \frac{5}{2}, 4 \right) & (1, 1, 1) \end{array} \right] \right)^T \right)^r \right)^q \right)^N \\ &= \left(\left(\left(\left(\left[\begin{array}{ccc} \left(2 + 2 + \frac{4}{3} + \frac{3}{2}, & 2 + 2 + 1 + 1, & 2 + 2 + \frac{3}{2} + \frac{3}{2} \right) \\ (1 + 1 + 1 + 1, & 1 + 1 + 1 + 1, & 1 + 1 + 1 + 1) \\ (4 + 3 + 4 + 6, & 6 + 3 + 3 + 5, & 6 + 4 + 3 + 2) \\ \left(\frac{2}{3} + \frac{1}{2} + 1 + 3, & 4 + 2 + \frac{5}{4} + 2, & 4 + 3 + \frac{3}{2} + \frac{1}{2} \right) \end{array} \right] \right)^r \right)^q \right)^N \\ &= \left(\left(\left(\left(\left[\begin{array}{c} \left(\frac{41}{6}, 6, 7 \right) \\ (4, 4, 4) \\ (17, 17, 15) \\ \left(\frac{31}{6}, \frac{37}{4}, 9 \right) \end{array} \right] \right)^r \right)^q \right)^N = \left(\left(\left[\begin{array}{c} \left(\frac{6}{41}, \frac{1}{6}, \frac{1}{7} \right) \\ \left(\frac{1}{4}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4} \right) \\ \left(\frac{1}{17}, \frac{1}{17}, \frac{1}{15} \right) \\ \left(\frac{6}{31}, \frac{4}{37}, \frac{1}{9} \right) \end{array} \right] \right)^q \right)^N \\ &= \left(\left[\begin{array}{c} (0.146, 0.167, 0.143) \\ (0.25, 0.25, 0.25) \\ (0.059, 0.059, 0.067) \\ (0.194, 0.108, 0.111) \end{array} \right] \right)^q \right)^N = \left[\begin{array}{c} (0.143, 0.146, 0.167) \\ (0.25, 0.25, 0.25) \\ (0.059, 0.059, 0.067) \\ (0.108, 0.111, 0.194) \end{array} \right]^N \end{aligned}$$

$$= \begin{bmatrix} tid1 & (0.255, 0.258, 0.246) \\ tid2 & (0.446, 0.442, 0.369) \\ tid3 & (0.105, 0.104, 0.099) \\ tid4 & (0.193, 0.196, 0.286) \end{bmatrix}$$

10.8.3. Yeni Yöntem ile Elde Edilen Verilerin Değerlendirmelere Uygulanması

İşlemlerimizde elde edilen normalize ağırlıklar sırasıyla l, m ve u değerleri karşılığında bulunmuştur. Yani en düşük değerlere göre ağırlıklar, muhtemel/ortalama ağırlıklar, en iyi ağırlıklar şeklinde yorumlanabilir. Aradaki farkların doğrusal olarak arttığı veya azaldığı kabul edilir. Yeni yöntem ile elde edilen bulanık ağırlıklar ile yine klasik bir mantık ile değerlendirmeler ile çarpım işlemine tabi tutulmaktadır. Bu işlemden sonra da elde edilen vektör normalizasyon işleminden geçirilerek normalize bulanık ağırlık vektörü elde edilmiş olur. Bu değerler ve elde edilen normalize ağırlık vektörleri tablolar üzerinde ayrıntılı olarak belirtilmeye çalışılmıştır.

Tablo 92: Kalite Değerlendirmeleri (YYB)

	w_{k1}	w_{k2}	w_{k3}	w_{k4}		
w_{ki}	(0.608, 0.545, 0.472)	(0.122, 0.139, 0.164)	(0.163, 0.177, 0.213)	(0.107, 0.139, 0.15)		
	k1	k2	k3	k4	Toplam Ağırlık Vektörü	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	7	8	7	7	(7.122, 7.139, 7.157)	(0.319, 0.32, 0.32)
ted2	7	9	9	8	(7.677, 7.771, 7.897)	(0.344, 0.348, 0.353)

ted3	8	8	7	5	(7.516, 7.406, 7.329)	(0.337, 0.332, 0.327)

Tablo 93: Fiyat Değerlendirmeleri (YYB)

	w_{f1}	w_{f2}	w_{f3}		
w_{fi}	(0.677, 0.673, 0.645)	(0.089, 0.089, 0.103)	(0.234, 0.238, 0.252)		
	f1	f2	f3	Toplam Ağırlık Vektörü	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	8	7	4	(6.975, 6.943, 6.889)	(0.323, 0.326, 0.325)
ted2	8	7	6	(7.743, 7.435, 7.393)	(0.358, 0.349, 0.349)
ted3	7	6	7	(6.911, 6.911, 6.897)	(0.32, 0.325, 0.326)

Tablo 94: Teslimat Değerlendirmeleri (YYB)

	w_{tes1}	w_{tes2}	w_{tes3}	w_{tes4}		
w_{tesi}	(0.279, 0.246, 0.214)	(0.291, 0.295, 0.321)	(0.291, 0.295, 0.321)	(0.139, 0.164, 0.143)		
	tes1	tes2	tes3	tes4	Toplam Ağırlık Vektörü	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	7	8	8	5	(7.304, 6.967,	(0.329, 0.319,

					7.349)	0.33)
ted2	8	8	7	6	(7.431, 7.377, 7.385)	(0.335, 0.338, 0.331)
ted3	6	8	8	8	(7.442, 7.508, 7.564)	(0.336, 0.344, 0.339)

Tablo 95: Teknik Kapasite Değerlendirmeleri (YYB)

	w_{tk1}	w_{tk2}	w_{tk3}		
w_{tki}	(0.437, 0.435, 0.389)	(0.437, 0.435, 0.417)	(0.126, 0.131, 0.195)		
	tk1	tk2	tk3	Toplam Ağırlık Vektörü	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	6	5	7	(5.689, 6.876, 5.784)	(0.311, 0.354, 0.314)
ted2	7	7	6	(6.904, 6.876, 6.812)	(0.378, 0.354, 0.37)
ted3	5	6	7	(5.689, 5.702, 5.812)	(0.311, 0.293, 0.316)

Tablo 96: Hizmet Değerlendirmeleri (YYB)

	w_{h1}	w_{h2}	w_{h3}	w_{h4}		
w_{hi}	(0.264, 0.186, 0.17)	(0.128, 0.09, 0.085)	(0.321, 0.405, 0.399)	(0.288, 0.318, 0.346)		

	h1	h2	h3	h4	Toplam Ağırlık Vektörü	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	6	7	7	7	(6.743, 6.807, 6.83)	(0.331, 0.304, 0.304)
ted2	8	8	9	9	(8.617, 8.715, 8.745)	(0.334, 0.389, 0.389)
ted3	6	7	8	6	(6.776, 6.894, 6.883)	(0.335, 0.308, 0.307)

Tablo 97: Esneklik Değerlendirmeleri (YYB)

	w_{e1}	w_{e2}	w_{e3}	w_{e4}		
w_{ei}	(0.481, 0.41, 0.377)	(0.135, 0.126, 0.139)	(0.317, 0.398, 0.411)	(0.067, 0.066, 0.074)		
	e1	e2	e3	e4	Toplam Ağırlık Vektörü	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	8	9	7	5	(7.617, 7.53, 7.514)	(0.337, 0.337, 0.338)
ted2	8	9	8	5	(7.934, 7.928, 7.925)	(0.351, 0.355, 0.356)
ted3	8	7	6	5	(7.03, 6.88, 6.825)	(0.311, 0.308, 0.307)

Tablo 98: Tedarikçi İşletme Değerleri Değerlendirmeleri (YYB)

	w_{tid1}	w_{tid2}	w_{tid3}	w_{tid4}		
w_{tidi}	(0.255, 0.258, 0.246)	(0.446, 0.442, 0.369)	(0.105, 0.104, 0.099)	(0.193, 0.196, 0.286)		
	tid1	tid2	tid3	tid4	Toplam Ağırlık Vektörü	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	2	5	2	2	(3.336, 3.326, 3.107)	(0.287, 0.287, 0.287)
ted2	2	7	3	3	(4.526, 4.51, 4.23)	(0.389, 0.389, 0.391)
ted3	2	6	2	2	(3.782, 3.768, 3.476)	(0.325, 0.325, 0.322)

Tablo 99: Genel Performans Değerlendirmeleri (YYB)

	w_k	w_f	w_{tes}	w_{tk}	w_h	w_e	w_{tid}	
w_i	(0.376, 0.317, 0.262)	(0.232, 0.2, 0.226)	(0.19, 0.202, 0.191)	(0.05, 0.058, 0.049)	(0.068, 0.075, 0.11)	(0.068, 0.133, 0.141)	(0.016, 0.016, 0.02)	Normalize Ağırlıklar
ted/ kriter	k	f	tes	tk	h	e	tid	
ted1	(0.319, 0.32, 0.32)	(0.323, 0.326, 0.325)	(0.329, 0.319, 0.33)	(0.311, 0.354, 0.314)	(0.331, 0.304, 0.304)	(0.337, 0.337, 0.338)	(0.287, 0.287, 0.287)	(0.323, 0.324, 0.323)
ted2	(0.344, 0.348, 0.353)	(0.358, 0.349, 0.349)	(0.335, 0.338, 0.331)	(0.378, 0.354, 0.37)	(0.334, 0.389, 0.389)	(0.351, 0.355, 0.356)	(0.389, 0.389, 0.391)	(0.348, 0.352, 0.354)

ted3	(0.337, 0.332, 0.327)	(0.32, 0.325, 0.326)	(0.336, 0.344, 0.339)	(0.311, 0.293, 0.316)	(0.335, 0.308, 0.307)	(0.311, 0.308, 0.307)	(0.325, 0.325, 0.322)	(0.329, 0.326, 0.323)

En düşük değerlere göre ağırlıklar üzerinden bakıldığında;

ted1=0.323,

ted2=0.348,

ted3=0.329

sonuçlarına göre tedarikçilerin performansları büyükten küçüğe doğru sırasıyla ted2, ted3 ve ted1 olarak elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre en düşük değerlere göre en iyi performansı ted2 gerçekleştirmiştir.

Muhtemel/ ortalama değerlere göre ağırlıklar üzerinden bakıldığında;

ted1=0.324,

ted2=0.352,

ted3=0.326

sonuçlarına göre tedarikçilerin performansları büyükten küçüğe doğru sırasıyla ted2, ted3 ve ted1 olarak elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre en düşük değerlere göre en iyi performansı ted2 gerçekleştirmiştir.

En yüksek değerlere göre ağırlıklar üzerinden bakıldığında;

ted1=0.323,

ted2=0.354,

ted3=0.323

sonuçlarına göre ted2 en iyi performansa sahip , ted3 ve ted1 için eşit ve daha düşük performans değeri elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre en düşük değerlere göre en iyi performansı ted2 gerçekleştirmiştir.

Elde edilen bu sonuçlar üzerinde verilerin içeriğindeki sayıların sıralamalarını değiştirmeden bulanık bir sayıyı durulaştırma işlemi gerçekleştirdiğimizde de doğru sonuçlar verecektir.

10.9. YENİ DURULAŞTIRMA YÖNTEMİNİN YENİ YÖNTEM İLE UYGULAMASI

Önerilen yeni durulaştırma yöntemi, yeni çok kriterli karar verme yöntemi üzerinde ikili karşılaştırma matrisleri üzerinde yapılan işlemlerde normalizasyon yapılmamış veriler üzerinde uygulanarak gerçekleştirilebilir. Bunun yanında durulaştırma işlemini doğrudan ilk bulanık veriler üzerinde uygulayarak elde edilen bulanık olmayan sayılar ile işlemler sürdürülebilir.

Yöntemin işleyişi önceki kısımda anlatıldığı için daha özet bir şekilde belirtilmiştir.

Yöntemin işleyişi şu şekildedir:

1. İşlem yapılacak bulanık sayı verilerinin tamsayı olmasını sağlayacak biçimde ondalıkları kaldıracak miktarda minimum sayıda 10 ile çarpılır.
2. Tamsayılardan oluşan bulanık sayının üyelik fonksiyonu üzerinde seçilen bir noktanın(k) sağ bölge alanı(integrali) bulunur.
3. İşlem yapılacak bulanık sayının üyelik fonksiyonu üzerinde seçilen aynı noktanın(k) sol bölge alanı (integrali) bulunur.
4. Sağ bölge alanı ile sol bölge alanı değerlerinin farkı alınır.
5. Elde edilen fark mutlak değerinin karekökü alınır.
6. Eğer sağ bölge alanı ile sol bölge alanı farkı pozitifse seçilen nokta değeri ile toplanır, negatifse seçilen nokta değerinden çıkartılır.
7. Elde edilen sonuç 1. adımda yapılan işlemi geri almak amacıyla çarpılmış 10 üzeri değere bölünür. (Oran ve normalizasyon işlemi için bu adım gerekli değildir.)

$$R - L = \frac{u + l}{2} - m \quad (100)$$

Eğer $R > L$ ise:

$$s = m + \sqrt{\left| \frac{u + l}{2} - m \right|} \quad (101)$$

Eğer $R < L$ ise:

$$s = m - \sqrt{\left| \frac{u + l}{2} - m \right|} \quad (102)$$

Eğer $R = L$ ise:

$$s = m.$$

formülleri kullanılmıştır.

Normalizasyon yapılmamış veriler:

Bu veriler ikili karşılaştırma matrisleri üzerinde önerilen yeni yöntemle elde edilmiş olan normalizasyon adımı gerçekleşmeyen verilerdir. Başka bir deyişle ikili karşılaştırma matrisleri üzerinde aşağıda belirtilen normalize edilmemiş ağırlık vektörü formülünün uygulanması ile elde edilen verilerdir. Bu veriler önceki uygulamada elde edildiği için işlemler tekrar edilmeyecektir.

$$\tilde{W}' = \left(\left((\tilde{a}_j^r)^T \otimes \tilde{A} \right)^r \right)^q, j = 1 \vee 2 \vee \dots \vee n \quad (103)$$

Örnek:

Fiyat kriteri için :

$f = (0.088, 0.09, 0.123)$ bulanık sayı verileri ondalık değerler içerdiği için bu durumu değerinin 1000 ile çarpımı $(88, 90, 123)$ yapılır..

$$(l = 88, m = 90, u = 123)$$

$$R - L = \frac{u + l}{2} - m = (123 + 88)/2 - 90 = 15.5$$

$$s' = m - \sqrt{(L - R)} = 90 + \sqrt{15.5} = 90 + 3.937 = 93.937$$

İlk işlem olarak yapılan 1000 ile çarpma işlemi geri alınır, 1000'e bölünür.

$$s = \frac{s'}{1000} = 0.094$$

Tablo 100: Ana Kriter Ağırlıkları (YYB+YD)

	Bulanık Veriler (x)	1000x	Durulaştırma	Ağırlıklar
k	(0.143, 0.143, 0.143)	(143, 143, 143)	0.143	0.316
f	(0.088, 0.09, 0.123)	(88, 90, 123)	0.094	0.208
tes	(0.072, 0.091, 0.104)	(72, 91, 104)	0.089	0.197
tk	(0.019, 0.026, 0.027)	(19, 26, 27)	0.024	0.053
h	(0.026, 0.034, 0.06)	(26, 34, 60)	0.037	0.082
e	(0.026, 0.06, 0.077)	(26, 60, 77)	0.057	0.126
tid	(0.006, 0.007, 0.011)	(6, 7, 11)	0.008	0.018

Tablo 101: Kalite Ağırlıkları (YYB+YD)

	Bulanık Veriler (x)	1000x	Durulaştırma	Ağırlıklar
k1	(0.25,0.25,0.25)	(250,250,250)	0.25	0.54
k2	(0.05,0.064,0.087)	(50,64,87)	0.066	0.143
k3	(0.067,0.081,0.113)	(67,81,113)	0.084	0.181
k4	(0.044,0.064,0.08)	(44,64,80)	0.063	0.136

Tablo 102: Fiyat Ağırlıkları (YYB+YD)

	Bulanık Veriler(x)	1000x	Durulaştırma	Ağırlıklar
f1	(0.333,0.333,0.333)	(333,333,333)	0.333	0.667
f2	(0.044,0.044,0.053)	(44,44,53)	0.046	0.092
f3	(0.115,0.118,0.13)	(115,118,130)	0.12	0.241

Tablo 103: Teslimat Ağırlıkları (YYB+YD)

	Bulanık Veriler(x)	1000x	Durulaştırma	Ağırlıklar
tes1	(0.25,0.25,0.25)	(250,250,250)	0.25	0.245
tes2	(0.261,0.3,0.375)	(261,300,375)	0.304	0.298
tes3	(0.261,0.3,0.375)	(261,300,375)	0.304	0.298
tes4	(0.125,0.167,0.167)	(125,167,167)	0.162	0.159

Tablo 104: Teknik Kapasite Ağırlıkları (YYB+YD)

	Bulanık Veriler(x)	1000x	Durulaştırma	Ağırlıklar
tk1	(0.333,0.333,0.333)	(333,333,333)	0.333	0.249
tk2	(0.333,0.333,0.357)	(333,333,357)	0.337	0.434
tk3	(0.096,0.1,0.167)	(96,100,167)	0.106	0.137

Tablo 105: Hizmet Ağırlıkları (YYB+YD)

	Bulanık Veriler(x)	1000x	Durulaştırma	Ağırlıklar
h1	(0.25,0.25,0.25)	(250,250,250)	0.25	0.188
h2	(0.121,0.123,0.125)	(121,123,125)	0.123	0.092
h3	(0.304,0.546,0.587)	(304,546,587)	0.536	0.402
h4	(0.273,0.429,0.508)	(273,429,508)	0.423	0.318

Tablo 106: Esneklik Ağırlıkları (YYB+YD)

	Bulanık Veriler(x)	1000x	Durulaştırma	Ağırlıklar
e1	(0.25,0.25,0.25)	(250,250,250)	0.25	0.411
e2	(0.07,0.077,0.092)	(70,77,92)	0.079	0.13
e3	(0.165,0.243,0.273)	(165,243,273)	0.238	0.392
e4	(0.035,0.04,0.049)	(35,40,49)	0.041	0.067

Tablo 107: Tedarikçi İşletme Değerleri Ağırlıkları (YYB+YD)

	Bulanık Veriler(x)	1000x	Durulaştırma	Ağırlıklar
tid1	(0.143,0.146,0.167)	(143,146,167)	0.149	0.258
tid2	(0.25,0.25,0.25)	(250,250,250)	0.25	0.433
tid3	(0.059,0.059,0.067)	(59,59,67)	0.061	0.106
tid4	(0.108,0.111,0.194)	(108,111,194)	0.117	0.203

Tablo 108: Kalite Değerlendirmeleri (YYB+YD)

	w_{k1}	w_{k2}	w_{k3}	w_{k4}		
w_{ki}	0.54	0.143	0.181	0.136		
ted/k	k1	k2	k3	k4	Toplam Ağırlık Vektörü	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	7	8	7	7	7.143	0.320
ted2	7	9	9	8	7.784	0.349
ted3	8	8	7	5	7.411	0.332

Tablo 109: Fiyat Değerlendirmeleri (YYB+YD)

	w_{f1}	w_{f2}	w_{f3}		
w_{fi}	0.667	0.092	0.241		
ted/f	f1	f2	f3	Toplam Ağırlık Vektörü	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	8	7	4	6.944	0.326
ted2	8	7	6	7.426	0.349
ted3	7	6	7	6.908	0.325

Tablo 110: Teslimat Değerlendirmeleri (YYB+YD)

	w_{tes1}	w_{tes2}	w_{tes3}	w_{tes4}		
w_{tesi}	0.245	0.298	0.298	0.159		
ted/tes	tes1	tes2	tes3	tes4	Toplam Ağırlık Vektörü	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	7	8	8	5	7.278	0.328
ted2	8	8	7	6	7.384	0.333
ted3	6	8	8	8	7.51	0.339

Tablo 111: Teknik Kapasite Değerlendirmeleri (YYB+YD)

	w_{tk1}	w_{tk2}	w_{tk3}		
w_{tki}	0.429	0.434	0.137		
ted/tk	tk1	tk2	tk3	Toplam Ağırlık Vektörü	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	6	5	7	5.703	0.312
ted2	7	7	6	6.863	0.376
ted3	5	6	7	5.708	0.312

Tablo 112: Hizmet Değerlendirmeleri (YYB+YD)

	w_{h1}	w_{h2}	w_{h3}	w_{h4}		
w_{hi}	0.188	0.092	0.402	0.318		
ted/h	h1	h2	h3	h4	Toplam Ağırlık Vektörü	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	6	7	7	7	6.812	0.304
ted2	8	8	9	9	8.72	0.389
ted3	6	7	8	6	6.896	0.308

Tablo 113: Esneklik Değerlendirmeleri (YYB+YD)

	w_{e1}	w_{e2}	w_{e3}	w_{e4}		
w_{ei}	0.411	0.130	0.392	0.067		
ted/e	e1	e2	e3	e4	Toplam Ağırlık Vektörü	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	8	9	7	5	7.537	0.337
ted2	8	9	8	5	7.929	0.355
ted3	8	7	6	5	6.885	0.308

Tablo 114: Tedarikçi İşletme Değerleri Değerlendirmeleri (YYB+YD)

	w_{tid1}	w_{tid2}	w_{tid3}	w_{tid4}		
w_{tidi}	0.258	0.433	0.106	0.203		
ted/tid	tid1	tid2	tid3	tid4	Toplam Ağırlık Vektörü	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	2	5	2	2	3.3	0.287
ted2	2	7	3	3	4.474	0.389
ted3	2	6	2	2	3.732	0.324

Tablo 115: Tedarikçilerin Genel Performans Değerlendirmesi: (YYB+YD)

	w_k	w_f	w_{tes}	w_{tk}	w_h	w_e	w_{tid}	
w_i	0.316	0.208	0.197	0.053	0.082	0.126	0.018	
ted/ kriter	k	f	tes	tk	h	e	tid	Normalize Ağırlık Vektörü
ted1	0.320	0.326	0.328	0.312	0.304	0.337	0.287	0.323
ted2	0.349	0.349	0.333	0.376	0.389	0.355	0.389	0.352
ted3	0.332	0.325	0.339	0.312	0.308	0.308	0.324	0.326

10.10. YÖNTEMDEN BAĞIMSIZ YENİ TUTARLILIK HESAPLAMA

Önerilen yöntem için ağırlık vektörüne ihtiyaç duyulmamaktadır. Bunun sonucunda öncelikli olarak ve diğer işlemlerden bağımsız bir şekilde tutarlılık hesabı yapılabilir. Tutarlılık hesaplama yöntemi önerisi için uygulama içerisinde Liou ve Wang yöntemi ile durulaştırdığımız veriler üzerinden işlemler yapılacaktır. Yöntem önerisi köşegen üzerinde bulunan $a_{ij}, i = j$ hücrelerinin bir alt ve bir üst yani $a_{ij}; i = j, i \neq 1, j \neq 1$ hücresinin $a_{(i-1)j}$ ve $a_{i(j-1)}$ ($i, j = 2, \dots, n$) verileri ile $a_{ij}, i = j$ verileri dışında kalan tüm elemanların olmadığı bir yarı boş matris oluşturulur. Bu matris üzerinde olan veriler yardımıyla boş olan yerlere olması gereken veriler yerleştirilir. Gerçek veriler ile olması gereken veriler arasındaki fark değeri olması gereken değerlere bölünür. Elde edilen tüm sonuçlar toplanır, $n \times n$ matris için $k = nxn - (3n - 2)$ değerine bölünür. Daha sonra da seçilen tercih genişliği s (uygulamada 1' den 9' a kadar sayılar, yani 9 tercih genişliği kullanılmıştır) değerine bölünür. Elde edilecek sonuç tutarsızlık değerini göstermektedir. 9 genişlik değeri karşılığında yeterli ve gerekli gördüğümüz tutarlılık oranı seçimine göre yorumlar yapılır.

Kalite alt kriterleri üzerinden detaylı olarak açıklamalı olarak anlatılmaya çalışılacak, daha sonraki işlemler daha özet bir biçimde açıklanacaktır. O – olması gereken matrisi, S-hesaplama sonucu elde edilen matrisi ve ilgili kriterin ilk harfi ile de o kriterin ikili karşılaştırma matrisini belirtecektir.

Kalite Alt Kriterleri:

Kalite alt kriterlerinin bulanık ikili karşılaştırma verilerinin Liou ve Wang yöntemi ile elde edilen matris aşağıdadır.

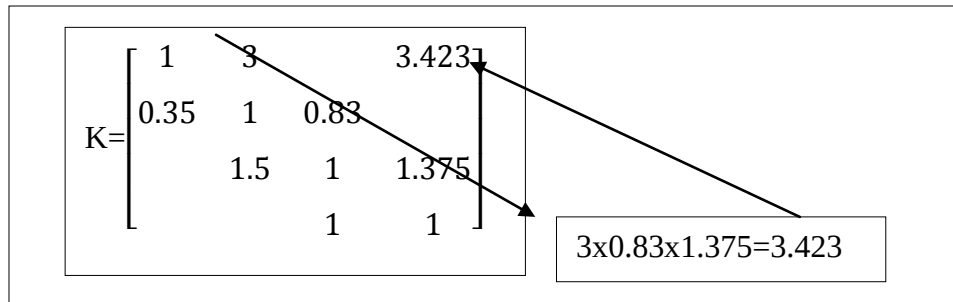
$$K = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 2.75 & 4.5 \\ 0.35 & 1 & 0.83 & 1 \\ 0.375 & 1.5 & 1 & 1.375 \\ 0.225 & 1.375 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

İlk işlem olarak matrisimizin satır ve sütun sayıları eşit olan köşegen verileri komşuları dışında kalan alanları boşaltıyoruz.

$$K = \begin{bmatrix} 1 & 3 & & \\ 0.35 & 1 & 0.83 & \\ & 1.5 & 1 & 1.375 \\ & & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

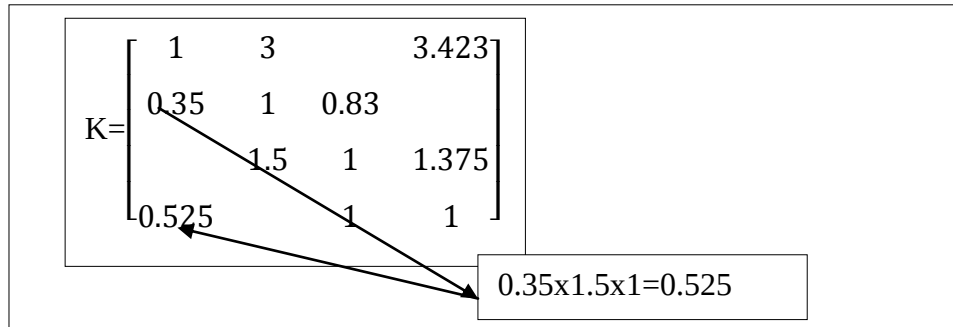
Boş alanları doldurmaya 1. satır 4. sütun hücresinden başlıyoruz. Çapraz sıradaki tüm verilerin çarpım sonucu köşe değerine eşitlenir kuralını uyguluyoruz. Yani, bu hücre değerinin olması gereken değeri $3 \times 0.83 \times 1.375 = 3.423$ ' dir.

Şekil 26: Yeni Tutarlılık Hesaplama İşlemi Üst Bölge



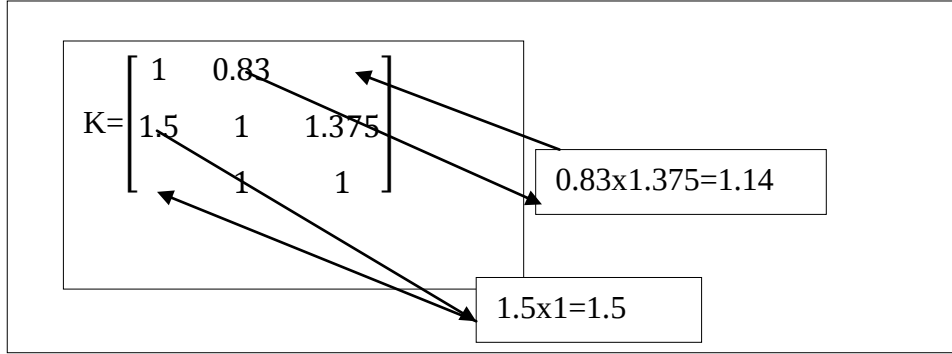
1. sütun 4. satır verisi için çapraz sıradaki tüm verilerin çarpım sonucu köşe değerine eşitlenir kuralını uyguluyoruz. yani, bu hücre değerinin olması gereken değer $0.35 \times 1.5 \times 1 = 0.525$ değerini elde ediyoruz.

Şekil 27: Yeni Tutarlılık Hesaplama İşlemi Alt Bölge



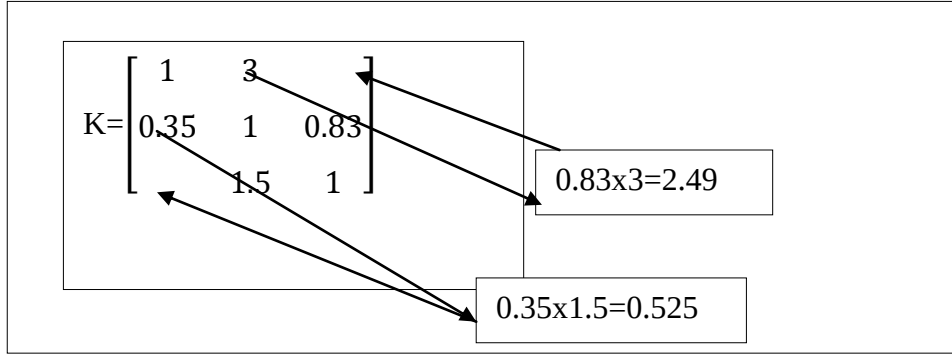
Kalan boş alanları benzer mantıkla dolduruyoruz. 1. Satır ve 1. Sütunun olmadığını düşünerek işleme devam ediyoruz.

Şekil 28: Yeni Tutarlılık Hesaplama İşlemi 1. Satır ve 1. Sütun Dışı



4. satır ve 4. Sütunun olmadığını düşünerek işleme devam ediyoruz.

Şekil 30: Yeni Tutarlılık Hesaplama İşlemi 4. Satır ve 4. Sütun Dışı



Olması gereken-ideal matrisimiz aşağıda belirtildiği üzere meydana gelmiş oldu:

$$O = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 2.49 & 3.423 \\ 0.35 & 1 & 0.83 & 1.14 \\ 0.525 & 1.5 & 1 & 1.375 \\ 0.525 & 1.5 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Daha sonra elde edilen olması gereken matrisimiz ile K tutarlılığı ölçülecek matris üzerinde her bir eş konumda olan hücrelerin farkı alınır, çıkan sonucun mutlak değeri olması gereken matris hücre değerine bölünür.

Örneğin 1. Satır 3. Sütun verisi O matrisi için 2.49 ve K matrisi için 2.75' dir.Farkı $2.75 - 2.49 = 0.26$ dır. Olması gereken değerimiz 2.49 olduğu için $0.26 / 2.49 = 0.104$ elde edilir. Bu işlemler sonucunda elde edilen matrisimiz:

$$S = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0.104 & 0.315 \\ 0 & 0 & 0 & 0.122 \\ 0.286 & 0 & 0 & 0 \\ 0.571 & 0.083 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Bu matrisin içeriğini inceleyerek hangi alanlarda hangi derecelerde tutarsız durumlar oluştuğunu görebiliyoruz. Örneğin en tutarsız alanımız 0.571 değeri ile k4-k1 ikili karşılaştırma değeridir ve gerekli görüldüğünde bu alanlar gözden geçirilebilir.

Elde edilen fark değerlerinin tümü toplanır.

$$0.104+0.315+0.122+0.286+0.571+0.083=1.481.$$

Toplam değer 4x4 matris için 4x4=16 hücreden köşegen ve komşu değerleri hep 0 elde edileceği için (3+3+4=10) 16-10=6' ya bölünerek(n= 4 için k=nxn-(3n-2)) hücre başına düşen sapma bulunur. 1.481/16=0.247 elde edilir.

1-9 skolası kullandığımız için s=9;

$$0.247/9=0.027 \text{ elde edilir.}$$

Diğer kriterler için işlemler özet bir biçimde sunulacaktır.

Fiyat Alt Kriterleri:

$$F = \begin{bmatrix} 1 & 5.25 & 3.25 \\ 0.19 & 1 & 0.31 \\ 0.31 & 3.25 & 1 \end{bmatrix}, O = \begin{bmatrix} 1 & 5.25 & 1.628 \\ 0.19 & 1 & 0.31 \\ 0.618 & 3.25 & 1 \end{bmatrix}$$

$$S = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0.996 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0.498 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Toplam fark=1.494

$$n=3 \text{ için } k=n \times n - (3n-2) = 3 \times 3 - (3 \times 3 - 2) = 2$$

$$\text{Toplam fark}/k = 1.494/2 = 0.747$$

s=9,

$$0.747/9 = 0.083 \text{ elde edilir.}$$

Teslimat Alt Kriterleri:

$$tes = \begin{bmatrix} 1 & 0.83 & 0.83 & 2 \\ 1.5 & 1 & 1 & 2.25 \\ 1.5 & 1 & 1 & 2.25 \\ 0.58 & 0.54 & 0.54 & 1 \end{bmatrix}, O = \begin{bmatrix} 1 & 0.83 & 0.83 & 1.868 \\ 1.5 & 1 & 1 & 2.25 \\ 1.5 & 1 & 1 & 2.25 \\ 0.81 & 0.54 & 0.54 & 1 \end{bmatrix}$$

$$S = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0.071 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.284 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Toplam fark=0.355

n= 4 için k=nxn-(3n-2)=6

Toplam fark/k=0.355/6 =0.0592

s=9 ve 0.0592/9=0.0066 elde edilir.

Teknik Kapasite Alt Kriterleri:

$$Tk = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 3 \\ 1 & 1 & 3.25 \\ 0.46 & 0.45 & 1 \end{bmatrix}, O = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 3.25 \\ 1 & 1 & 3.25 \\ 0.45 & 0.45 & 1 \end{bmatrix},$$

$$S = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0.08 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0.02 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Toplam fark=0.1

n= 3 için k=nxn-(3n-2)=2

Toplam fark/k=0.1 /2 =0.05

s=9 ve 0.05/9=0.006

Hizmet Alt Kriterleri:

$$H = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 0.29 & 0.31 \\ 0.33 & 1 & 0.28 & 0.29 \\ 3.5 & 3.75 & 1 & 1.75 \\ 3.25 & 3.5 & 0.71 & 1 \end{bmatrix}, O = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 0.84 & 1.47 \\ 0.33 & 1 & 0.28 & 0.49 \\ 1.238 & 3.75 & 1 & 1.75 \\ 0.879 & 2.663 & 0.71 & 1 \end{bmatrix},$$

$$S = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0.655 & 3.226 \\ 0 & 0 & 0 & 0.408 \\ 1.827 & 0 & 0 & 0 \\ 2.697 & 0.314 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Toplam fark=9.127

n= 4 için k=nxn-(3n-2)=6

Toplam fark/k=9.127/6=1.521

s=9 ve 1.521/9=0.169

Esneklik Alt Kriterleri:

$$E = \begin{bmatrix} 1 & 3.5 & 1.25 & 5 \\ 0.3 & 1 & 0.375 & 2.5 \\ 0.875 & 2.75 & 1 & 4.25 \\ 0.21 & 0.42 & 0.238 & 1 \end{bmatrix}, O = \begin{bmatrix} 1 & 3.5 & 1.313 & 5.578 \\ 0.3 & 1 & 0.375 & 1.594 \\ 0.825 & 2.75 & 1 & 4.25 \\ 0.196 & 0.655 & 0.238 & 1 \end{bmatrix}$$

$$S = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0.048 & 0.104 \\ 0 & 0 & 0 & 0.568 \\ 0.06 & 0 & 0 & 0 \\ 0.071 & 0.359 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Toplam fark=1.21

n= 4 için k=nxn-(3n-2)=6

Toplam fark/k=1.21/6=0.202

s=9 ve 0.202/9=0.022

Tedarikçi İşletme Değerleri Alt Kriterleri:

$$Tid = \begin{bmatrix} 1 & 0.5 & 2.75 & 1.58 \\ 2 & 1 & 3.25 & 1.875 \\ 0.375 & 0.313 & 1 & 0.4 \\ 1.125 & 0.46 & 2.75 & 1 \end{bmatrix}, O = \begin{bmatrix} 1 & 0.5 & 1.625 & 0.65 \\ 2 & 1 & 3.25 & 1.3 \\ 0.626 & 0.313 & 1 & 0.4 \\ 1.722 & 0.861 & 2.75 & 1 \end{bmatrix}$$

$$S = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0.692 & 1.431 \\ 0 & 0 & 0 & 0.442 \\ 0.401 & 0 & 0 & 0 \\ 0.347 & 0.466 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Toplam fark=3.779

n= 4 için k=nxn-(3n-2)=6

Toplam fark/k=3.779/6=0.63

s=9 ve 0.63/9=0.07

Ana Kriterler:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 1.625 & 2.125 & 5.75 & 4.5 & 2.875 & 8.5 \\ 0.875 & 1 & 1.625 & 4.5 & 3.25 & 2.375 & 8.5 \\ 0.792 & 0.96 & 1 & 4 & 3.5 & 1.75 & 7.75 \\ 0.182 & 0.23 & 0.27 & 1 & 0.71 & 0.354 & 7 \\ 0.23 & 0.33 & 0.32 & 1.875 & 1 & 0.542 & 7.25 \\ 0.71 & 0.77 & 0.625 & 3 & 2.5 & 1 & 6.75 \\ 0.118 & 0.118 & 0.13 & 0.143 & 0.14 & 0.153 & 1 \end{bmatrix}$$
$$O = \begin{bmatrix} 1 & 1.625 & 2.641 & 10.563 & 7.499 & 4.065 & 27.437 \\ 0.875 & 1 & 1.625 & 6.5 & 4.615 & 2.501 & 16.884 \\ 0.84 & 0.96 & 1 & 4 & 2.84 & 1.539 & 10.39 \\ 0.227 & 0.259 & 0.27 & 1 & 0.71 & 0.385 & 2.598 \\ 0.425 & 0.486 & 0.506 & 1.875 & 1 & 0.542 & 3.659 \\ 1.063 & 1.215 & 1.266 & 4.688 & 2.5 & 1 & 6.75 \\ 0.163 & 0.186 & 0.194 & 0.717 & 0.383 & 0.153 & 1 \end{bmatrix}$$

Olması gereken matriste elde edilen en büyük değer olan 27.437 değeri ile skala değer aralığımız 28 olarak yeniden tercih edilmesi karar verici seçimlerinin uygun yapabilmesi bakımından gerekli görülebilir.

$$S = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0.195 & 0.456 & 0.4 & 0.293 & 0.69 \\ 0 & 0 & 0 & 0.308 & 0.296 & 0.05 & 0.497 \\ 0.057 & 0 & 0 & 0 & 0.232 & 0.137 & 0.254 \\ 0.198 & 0.111 & 0 & 0 & 0 & 0.08 & 1.694 \\ 0.459 & 0.321 & 0.368 & 0 & 0 & 0 & 0.981 \\ 0.332 & 0.366 & 0.506 & 0.36 & 0 & 0 & 0 \\ 0.276 & 0.366 & 0.33 & 0.8 & 0.635 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Toplam fark=12.048

n=7 için k=nxn-(3n-2)=30

Toplam fark/k=12.048/30=0.402

s=9 ve 0.402/9=0.045.

10.11. YENİ TUTARLILIK ÖNERİSİ BULANIK UYGULAMASI

Yeni tutarlılık yöntemi hesaplaması, uygulamada bulanık olmayan yapıda da kullanıldığı gibi aynı formülle benzer işlemler yardımıyla yapılmıştır. Yeni tutarlılık yöntemi için herhangi bir şekilde veya yöntemle elde edilen ağırlık vektörü ile bu vektörün elde edildiği ikili karşılaştırma matrisi kullanılır. Yeni tutarlılık yöntemi, yeni yöntem ile beraber uygulanacaktır. Yeni yöntem işlemlerinin ilk bölümlerinde yapılan işlemleri arasında tutarlılık ölçümü de yapabilmekteyiz. Eğer yeterli tutarlılığı elde ettiğimizi düşünürsek işlemlere kaldığımız yerden devam ederek veya aksi durumda işlemi gözden geçirerek gereken düzenlemelerde yeniden işlemleri gerçekleştirmeliyiz. Olması gereken tutarlılık ölçüm işlemleri ve gerekirse yeni düzeltmelerin öncelikli olarak yapılmasıdır fakat anlatılmak istenen yeni uygulamanın işlem yoğunluğunu bölümlendirilmesi ile konunun anlaşılabilirliğini artırmak amacıyla ayrı bir bölümde uygulanması tercih edilmiştir. Bunun yanında önerilen tutarlılık oranı hesaplaması, önerilen bulanık yöntem için de, ve aynı zamanda bir ağırlık vektörünün elde edildiği herhangi bir yöntem için de geçerli olduğu gibi bulanık olmayan yapılar üzerinde de geçerli olup, aynı mantık ile işlemler sırasıyla uygulanır.

Yeni yöntemimizin formülü şu şekilde idi;

$$\tilde{W} = \left(\left(\left(\left(\tilde{a}_j^r \right)^T \otimes \tilde{A} \right)^r \right)^q \right)^N, j = 1 \vee 2 \vee \dots \vee n$$

Bu formül üzerinde normalizasyon öncesi elde edilen vektörü tutarlılığın tespit edilmesi amacıyla kullanacağız. Yani öncelikli işlem olarak:

$$\tilde{W}' = \left(\left(\left(\tilde{a}_j^r \right)^T \otimes \tilde{A} \right)^r \right)^q, j = 1 \vee 2 \vee \dots \vee n$$

uygulanacaktır. Yeni yöntemin anlatıldığı bölümde yapılan işlemler tekrarlanmayacak elde edilmiş değerlerden hesaplamalar sürdürülecektir.

Adım 1:

$$\tilde{W}' = \left(\left(\left(\tilde{a}_j^r \right)^T \otimes \tilde{A} \right)^r \right)^q, j = 1 \vee 2 \vee \dots \vee n \quad (104)$$

Adım 2:

$$\tilde{O} = \tilde{a}_{ij} = \left(\frac{l_i}{l_j}, \frac{m_i}{m_j}, \frac{u_i}{u_j} \right)^q, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (105)$$

Adım 3:

Önceki adımda bulunan hücre verileri O olması gereken matrisi oluşturmaktadır. İkili karşılaştırma matrisi ile O matrisi karşılıklı aynı noktada bulunan hücre verileri arasında her bir hücre için sapma miktarı elde edilerek S sapma matrisi oluşturulur. Sapma değerleri; hücre verileri arasındaki farkın mutlak değeri olması gereken değere bölünmesi ile elde edilmektedir.

$$\tilde{S}_{ij} = \frac{|\tilde{O}_{ij} - \tilde{A}_{ij}|}{\tilde{O}_{ij}}, i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, n \quad (106)$$

Adım 4:

$$\begin{aligned} \tilde{S}_{ij} &= (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij}) \\ \tilde{S}_{toplamlam} &= \sum_{i=1, j=1}^n s_{ij} = \left(\sum_{i=1, j=1}^n l_{ij}, \sum_{i=1, j=1}^n m_{ij}, \sum_{i=1, j=1}^n u_{ij} \right) \end{aligned} \quad (107)$$

Adım 5:

Toplam değerler için ise $(n^2 - n)$ veri sayımızın formülüdür yani n^2 matris hücre sayısından n köşegen veri sayısının farkıdır. Toplam matris değerini (skala x aktif veri sayısı) değerine bölerek matris tutarlılığını hesaplamış oluruz. 0.1 değerini sınır kabul eder isek tutarlılık oranının bu değeri aşmaması verilerin tutarlı olduğunu gösterecektir.

YYBT ;Yeni yöntemin bulanık tutarlılık oranını belirtmektedir.

$$YYBT = \frac{\tilde{S}_{toplamlam}}{[(skala)x(n^2 - n)]} \quad (108)$$

Ana kriterler üzerinden açıklamalı olarak detaylı bir şekilde anlatılmaya çalışılacaktır ve diğer kriterlerin tutarlılık işlemleri daha özet bir yapıda sunulacaktır.

a)Ana Kriterler Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi Tutarlılık Hesaplaması:

$$\tilde{W}' = \left(\left((\tilde{a}_j^r)^T \otimes \tilde{A} \right)^r \right)^q, j = 1 \vee 2 \vee \dots \vee n$$

İşlemi sonucunda yeni yöntem ile elde edilen vektörü doğrudan kullanarak işlem tekrarı yapılmayacaktır. Yeni yöntem ile elde edilen normalizasyon öncesi vektör şu şekilde elde edilmişti:

$$\tilde{W}' = \begin{bmatrix} (0.143, 0.143, 0.143) \\ (0.088, 0.09, 0.123) \\ (0.072, 0.091, 0.104) \\ (0.019, 0.026, 0.027) \\ (0.026, 0.034, 0.06) \\ (0.026, 0.06, 0.077) \\ (0.006, 0.007, 0.011) \end{bmatrix}$$

Bu vektör üzerinden işlemler gerçekleştirmekteyiz. Bulanık sayılar $\tilde{w}_i = (l_i, m_i, u_i)$ olarak tanımlayalım. Vektörün ilk satırından başlayarak yedi satır için altı adımlı işlemi uygulayarak olması gereken matrisi elde ediyoruz. Formül üzerinde tanımlamaya çalışırsak matrisimizi oluşturacak her bir hücre($\tilde{a}_{ij}$) şu şekilde elde edilecek diyebiliriz:

$$\tilde{a}_{ij} = \left(\frac{l_i}{l_j}, \frac{m_i}{m_j}, \frac{u_i}{u_j} \right)^q, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

Skala Kontrolü:

$\tilde{a}_{ij} = (x_{ij}, y_{ij}, z_{ij})$ olarak gösterdiğimizi varsayarsak $\max_{i=1, \dots, n, j=1, \dots, n} x_{ij}, y_{ij}, z_{ij}$ değeri yani bulanık sayıların içeriğindeki en büyük değer ikili karşılaştırmalar için kullanmamızda yeterli olan skala değerini belirttiğini düşünebiliriz. 1-9 skalası kullandığımıza göre içerik dahilinde tüm sayıların 9 değerini aşmamasını bekleriz. Eğer aşmış ise gerekli görüldüğünde skala tekrar düzenlenerek ikili karşılaştırmalar tekrarlanabilir.

Vektörün ilk satırı $\tilde{w}_1 = (l_1, m_1, u_1) = (0.143, 0.143, 0.143)$ üzerine formülü uygulayarak;

$$\begin{aligned} \tilde{a}_{11} &= \left(\frac{l_1}{l_1}, \frac{m_1}{m_1}, \frac{u_1}{u_1} \right)^q = \left(\frac{0.143}{0.143}, \frac{0.143}{0.143}, \frac{0.143}{0.143} \right)^q = (1, 1, 1)^q = (1, 1, 1) \\ \tilde{a}_{12} &= \left(\frac{l_1}{l_2}, \frac{m_1}{m_2}, \frac{u_1}{u_2} \right)^q = \left(\frac{0.143}{0.088}, \frac{0.143}{0.09}, \frac{0.143}{0.123} \right)^q = (1.625, 1.589, 1.163)^q \\ &= (1.163, 1.589, 1.625) \\ \tilde{a}_{13} &= \left(\frac{l_1}{l_3}, \frac{m_1}{m_3}, \frac{u_1}{u_3} \right)^q = \left(\frac{0.143}{0.072}, \frac{0.143}{0.091}, \frac{0.143}{0.104} \right)^q = (1.986, 1.571, 1.375)^q \\ &= (1.375, 1.571, 1.986) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{14} &= \left(\frac{l_1}{l_4}, \frac{m_1}{m_4}, \frac{u_1}{u_4} \right)^q = \left(\frac{0.143}{0.019}, \frac{0.143}{0.026}, \frac{0.143}{0.027} \right)^q = (7.526, 5.5, 5.296)^q \\ &= (5.296, 5.5, 7.526)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{15} &= \left(\frac{l_1}{l_5}, \frac{m_1}{m_5}, \frac{u_1}{u_5} \right)^q = \left(\frac{0.143}{0.026}, \frac{0.143}{0.034}, \frac{0.143}{0.06} \right)^q = (5.5, 4.206, 2.383)^q \\ &= (2.383, 4.206, 5.5)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{16} &= \left(\frac{l_1}{l_6}, \frac{m_1}{m_6}, \frac{u_1}{u_6} \right)^q = \left(\frac{0.143}{0.026}, \frac{0.143}{0.06}, \frac{0.143}{0.077} \right)^q = (5.5, 2.383, 1.857)^q \\ &= (1.857, 2.383, 5.5)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{17} &= \left(\frac{l_1}{l_7}, \frac{m_1}{m_7}, \frac{u_1}{u_7} \right)^q = \left(\frac{0.143}{0.006}, \frac{0.143}{0.007}, \frac{0.143}{0.011} \right)^q = (23.833, 20.429, 13)^q \\ &= (13, 20.429, 23.833)\end{aligned}$$

$\tilde{a}_{17}$ değeri içerisinde sınır verimiz 9 olduğu ve bu sınırı aşan veriler içerdiği için $\tilde{a}_{17} = (9, 9, 9)$ olarak alınması da tercih edilebilir. Uygulamada 9 üzerinde elde edilen değerler kullanılarak işlemler sürdürülmektedir.

Vektörün ikinci satırı $\tilde{w}_2 = (l_2, m_2, u_2) = (0.088, 0.09, 0.123)$ üzerine formülü uygulayarak;

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{21} &= \left(\frac{l_2}{l_1}, \frac{m_2}{m_1}, \frac{u_2}{u_1} \right)^q = \left(\frac{0.088}{0.143}, \frac{0.09}{0.143}, \frac{0.123}{0.143} \right)^q = (0.615, 0.629, 0.86)^q \\ &= (0.615, 0.629, 0.86)\end{aligned}$$

(İşlemler uygulanırken $\tilde{a}_{ij} = \frac{1}{\tilde{a}_{ji}}$ kuralından da yardım alınması tercih edilebilir. İşlem yükünü azaltabildiği düşünüldüğünde tercih edilebilir. Sonuç olarak aynı değerleri üretecektir çünkü aynı işlem yapılmış olmaktadır.

Örneğin;

$$\left(\tilde{a}_{21} = \frac{1}{\tilde{a}_{12}} = \left(\frac{1}{1.163}, \frac{1}{1.589}, \frac{1}{1.625} \right) = (0.615, 0.629, 0.86) \right).$$

Bu uygulama kullanıldığında her bir sonraki i . satır işlemi için $1, \dots, (i - 1)$ hüccesine kadar bu formülle elde etmiş olmaktadır. Yani artık yedinci durum için sadece bu yöntem kullanılması yeterli olur. Ancak algoritmik anlaşılabilirliği kolaylamak amacıyla işlemler benzer şekilde gerçekleştirilmiştir.)

$$\tilde{a}_{22} = \left(\frac{l_2}{l_2}, \frac{m_2}{m_2}, \frac{u_2}{u_2} \right)^q = \left(\frac{0.088}{0.088}, \frac{0.09}{0.09}, \frac{0.123}{0.123} \right)^q = (1, 1, 1)^q = (1, 1, 1)$$

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{23} &= \left(\frac{l_2}{l_3}, \frac{m_2}{m_3}, \frac{u_2}{u_3} \right)^q = \left(\frac{0.088}{0.072}, \frac{0.09}{0.091}, \frac{0.123}{0.104} \right)^q = (1.222, 0.989, 1.183)^q \\ &= (0.989, 1.183, 1.222)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{24} &= \left(\frac{l_2}{l_4}, \frac{m_2}{m_4}, \frac{u_2}{u_4} \right)^q = \left(\frac{0.088}{0.019}, \frac{0.09}{0.026}, \frac{0.123}{0.027} \right)^q = (4.632, 3.462, 4.556)^q \\ &= (3.462, 4.556, 4.632)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{25} &= \left(\frac{l_2}{l_5}, \frac{m_2}{m_5}, \frac{u_2}{u_5} \right)^q = \left(\frac{0.088}{0.026}, \frac{0.09}{0.034}, \frac{0.123}{0.06} \right)^q = (3.385, 2.647, 2.05)^q \\ &= (2.05, 2.647, 3.385)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{26} &= \left(\frac{l_2}{l_6}, \frac{m_2}{m_6}, \frac{u_2}{u_6} \right)^q = \left(\frac{0.088}{0.026}, \frac{0.09}{0.06}, \frac{0.123}{0.077} \right)^q = (3.385, 1.5, 1.597)^q \\ &= (1.5, 1.597, 3.385)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{27} &= \left(\frac{l_2}{l_7}, \frac{m_2}{m_7}, \frac{u_2}{u_7} \right)^q = \left(\frac{0.088}{0.006}, \frac{0.09}{0.007}, \frac{0.123}{0.011} \right)^q = (14.667, 12.857, 11.182)^q \\ &= (11.182, 12.857, 14.667)\end{aligned}$$

Vektörün üçüncü satırı $\tilde{w}_3 = (l_3, m_3, u_3) = (0.072, 0.091, 0.104)$ üzerine formülü uygulayarak;

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{31} &= \left(\frac{l_3}{l_1}, \frac{m_3}{m_1}, \frac{u_3}{u_1} \right)^q = \left(\frac{0.072}{0.143}, \frac{0.091}{0.143}, \frac{0.104}{0.143} \right)^q = (0.504, 0.636, 0.727)^q \\ &= (0.504, 0.636, 0.727)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{32} &= \left(\frac{l_3}{l_2}, \frac{m_3}{m_2}, \frac{u_3}{u_2} \right)^q = \left(\frac{0.072}{0.088}, \frac{0.091}{0.09}, \frac{0.104}{0.123} \right)^q = (0.818, 1.011, 0.846)^q \\ &= (0.818, 0.846, 1.011)\end{aligned}$$

$$\tilde{a}_{33} = \left(\frac{l_3}{l_3}, \frac{m_3}{m_3}, \frac{u_3}{u_3} \right)^q = \left(\frac{0.072}{0.072}, \frac{0.091}{0.091}, \frac{0.104}{0.104} \right)^q = (1, 1, 1)^q = (1, 1, 1)$$

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{34} &= \left(\frac{l_3}{l_4}, \frac{m_3}{m_4}, \frac{u_3}{u_4} \right)^q = \left(\frac{0.072}{0.019}, \frac{0.091}{0.026}, \frac{0.104}{0.027} \right)^q = (3.79, 3.5, 3.852)^q \\ &= (3.5, 3.582, 3.79)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{35} &= \left(\frac{l_3}{l_5}, \frac{m_3}{m_5}, \frac{u_3}{u_5} \right)^q = \left(\frac{0.072}{0.026}, \frac{0.091}{0.034}, \frac{0.104}{0.06} \right)^q = (2.769, 2.677, 1.733)^q \\ &= (1.733, 2.677, 2.769)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{36} &= \left(\frac{l_3}{l_6}, \frac{m_3}{m_6}, \frac{u_3}{u_6} \right)^q = \left(\frac{0.072}{0.026}, \frac{0.091}{0.06}, \frac{0.104}{0.077} \right)^q = (2.769, 1.517, 1.351)^q \\ &= (1.351, 1.517, 2.769)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{37} &= \left(\frac{l_3}{l_7}, \frac{m_3}{m_7}, \frac{u_3}{u_7} \right)^q = \left(\frac{0.072}{0.006}, \frac{0.091}{0.007}, \frac{0.104}{0.011} \right)^q = (12, 13, 9.455)^q \\ &= (9.455, 12, 13)\end{aligned}$$

Vektörün dördüncü satırı $\tilde{w}_4 = (l_4, m_4, u_4) = (0.019, 0.026, 0.027)$ üzerine formülü uygulayarak;

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{41} &= \left(\frac{l_4}{l_1}, \frac{m_4}{m_1}, \frac{u_4}{u_1} \right)^q = \left(\frac{0.019}{0.143}, \frac{0.026}{0.143}, \frac{0.027}{0.143} \right)^q = (0.133, 0.182, 0.189)^q \\ &= (0.133, 0.182, 0.189)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{42} &= \left(\frac{l_4}{l_2}, \frac{m_4}{m_2}, \frac{u_4}{u_2} \right)^q = \left(\frac{0.019}{0.088}, \frac{0.026}{0.09}, \frac{0.027}{0.123} \right)^q = (0.216, 0.289, 0.22)^q \\ &= (0.216, 0.22, 0.289)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{43} &= \left(\frac{l_4}{l_3}, \frac{m_4}{m_3}, \frac{u_4}{u_3} \right)^q = \left(\frac{0.019}{0.072}, \frac{0.026}{0.091}, \frac{0.027}{0.104} \right)^q = (0.264, 0.286, 0.26)^q \\ &= (0.26, 0.264, 0.286)\end{aligned}$$

$$\tilde{a}_{44} = \left(\frac{l_4}{l_4}, \frac{m_4}{m_4}, \frac{u_4}{u_4} \right)^q = \left(\frac{0.019}{0.019}, \frac{0.026}{0.026}, \frac{0.027}{0.027} \right)^q = (1, 1, 1)^q = (1, 1, 1)$$

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{45} &= \left(\frac{l_4}{l_5}, \frac{m_4}{m_5}, \frac{u_4}{u_5} \right)^q = \left(\frac{0.019}{0.026}, \frac{0.026}{0.034}, \frac{0.027}{0.06} \right)^q = (0.731, 0.765, 0.45)^q \\ &= (0.45, 0.731, 0.765)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{46} &= \left(\frac{l_4}{l_6}, \frac{m_4}{m_6}, \frac{u_4}{u_6} \right)^q = \left(\frac{0.019}{0.026}, \frac{0.026}{0.06}, \frac{0.027}{0.077} \right)^q = (0.731, 0.433, 0.351)^q \\ &= (0.351, 0.433, 0.731)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{47} &= \left(\frac{l_4}{l_7}, \frac{m_4}{m_7}, \frac{u_4}{u_7} \right)^q = \left(\frac{0.019}{0.006}, \frac{0.026}{0.007}, \frac{0.027}{0.011} \right)^q = (3.167, 3.714, 2.455)^q \\ &= (2.455, 3.167, 3.714)\end{aligned}$$

Vektörün beşinci satırı $\tilde{w}_5 = (l_5, m_5, u_5) = (0.026, 0.034, 0.06)$ üzerine formülü uygulayarak;

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{51} &= \left(\frac{l_5}{l_1}, \frac{m_5}{m_1}, \frac{u_5}{u_1} \right)^q = \left(\frac{0.026}{0.143}, \frac{0.034}{0.143}, \frac{0.06}{0.143} \right)^q = (0.182, 0.238, 0.42)^q \\ &= (0.182, 0.238, 0.42)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{52} &= \left(\frac{l_5}{l_2}, \frac{m_5}{m_2}, \frac{u_5}{u_2} \right)^q = \left(\frac{0.026}{0.088}, \frac{0.034}{0.09}, \frac{0.06}{0.123} \right)^q = (0.296, 0.378, 0.488)^q \\ &= (0.296, 0.378, 0.488)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{53} &= \left(\frac{l_5}{l_3}, \frac{m_5}{m_3}, \frac{u_5}{u_3} \right)^q = \left(\frac{0.026}{0.072}, \frac{0.034}{0.091}, \frac{0.06}{0.104} \right)^q = (0.361, 0.374, 0.577)^q \\ &= (0.361, 0.374, 0.577)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{54} &= \left(\frac{l_5}{l_4}, \frac{m_5}{m_4}, \frac{u_5}{u_4} \right)^q = \left(\frac{0.026}{0.019}, \frac{0.034}{0.026}, \frac{0.06}{0.027} \right)^q = (1.368, 1.308, 2.222)^q \\ &= (1.308, 1.368, 2.222)\end{aligned}$$

$$\tilde{a}_{55} = \left(\frac{l_5}{l_5}, \frac{m_5}{m_5}, \frac{u_5}{u_5} \right)^q = \left(\frac{0.026}{0.026}, \frac{0.034}{0.034}, \frac{0.06}{0.06} \right)^q = (1, 1, 1)^q = (1, 1, 1)$$

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{56} &= \left(\frac{l_5}{l_6}, \frac{m_5}{m_6}, \frac{u_5}{u_6} \right)^q = \left(\frac{0.026}{0.026}, \frac{0.034}{0.06}, \frac{0.06}{0.077} \right)^q = (1, 0.567, 0.779)^q \\ &= (0.567, 0.779, 1)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{57} &= \left(\frac{l_5}{l_7}, \frac{m_5}{m_7}, \frac{u_5}{u_7} \right)^q = \left(\frac{0.026}{0.006}, \frac{0.034}{0.007}, \frac{0.06}{0.011} \right)^q = (4.333, 4.857, 5.455)^q \\ &= (4.333, 4.857, 5.455)\end{aligned}$$

Vektörün altıncı satırı $\tilde{w}_6 = (l_6, m_6, u_6) = (0.026, 0.06, 0.077)$ üzerine formülü uygulayarak;

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{61} &= \left(\frac{l_6}{l_1}, \frac{m_6}{m_1}, \frac{u_6}{u_1} \right)^q = \left(\frac{0.026}{0.143}, \frac{0.06}{0.143}, \frac{0.077}{0.143} \right)^q = (0.182, 0.42, 0.539)^q \\ &= (0.182, 0.42, 0.539)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{62} &= \left(\frac{l_6}{l_2}, \frac{m_6}{m_2}, \frac{u_6}{u_2} \right)^q = \left(\frac{0.026}{0.088}, \frac{0.06}{0.09}, \frac{0.077}{0.123} \right)^q = (0.296, 0.667, 0.626)^q \\ &= (0.296, 0.626, 0.667)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{63} &= \left(\frac{l_6}{l_3}, \frac{m_6}{m_3}, \frac{u_6}{u_3} \right)^q = \left(\frac{0.026}{0.072}, \frac{0.06}{0.091}, \frac{0.077}{0.104} \right)^q = (0.361, 0.659, 0.74)^q \\ &= (0.361, 0.659, 0.74)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{64} &= \left(\frac{l_6}{l_4}, \frac{m_6}{m_4}, \frac{u_6}{u_4} \right)^q = \left(\frac{0.026}{0.019}, \frac{0.06}{0.026}, \frac{0.077}{0.027} \right)^q = (1.368, 2.308, 2.852)^q \\ &= (1.368, 2.308, 2.852)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{65} &= \left(\frac{l_6}{l_5}, \frac{m_6}{m_5}, \frac{u_6}{u_5} \right)^q = \left(\frac{0.026}{0.026}, \frac{0.06}{0.034}, \frac{0.077}{0.06} \right)^q = (1, 1.765, 1.283)^q \\ &= (1, 1.283, 1.765)\end{aligned}$$

$$\tilde{a}_{66} = \left(\frac{l_6}{l_6}, \frac{m_6}{m_6}, \frac{u_6}{u_6} \right)^q = \left(\frac{0.026}{0.026}, \frac{0.06}{0.06}, \frac{0.077}{0.077} \right)^q = (1, 1, 1)^q = (1, 1, 1)$$

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{67} &= \left(\frac{l_6}{l_7}, \frac{m_6}{m_7}, \frac{u_6}{u_7} \right)^q = \left(\frac{0.026}{0.006}, \frac{0.06}{0.007}, \frac{0.077}{0.011} \right)^q = (4.333, 8.571, 7)^q \\ &= (4.333, 7, 8.571)\end{aligned}$$

Vektörün yedinci satırı $\tilde{w}_7 = (l_7, m_7, u_7) = (0.006, 0.007, 0.011)$ üzerine formülü uygulayarak;

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{71} &= \left(\frac{l_7}{l_1}, \frac{m_7}{m_1}, \frac{u_7}{u_1} \right)^q = \left(\frac{0.006}{0.143}, \frac{0.007}{0.143}, \frac{0.011}{0.143} \right)^q = (0.042, 0.049, 0.077)^q \\ &= (0.042, 0.049, 0.077)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{72} &= \left(\frac{l_7}{l_2}, \frac{m_7}{m_2}, \frac{u_7}{u_2} \right)^q = \left(\frac{0.006}{0.088}, \frac{0.007}{0.09}, \frac{0.011}{0.123} \right)^q = (0.083, 0.078, 0.089)^q \\ &= (0.078, 0.083, 0.089)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{73} &= \left(\frac{l_7}{l_3}, \frac{m_7}{m_3}, \frac{u_7}{u_3} \right)^q = \left(\frac{0.006}{0.072}, \frac{0.007}{0.091}, \frac{0.011}{0.104} \right)^q = (0.083, 0.077, 0.106)^q \\ &= (0.077, 0.083, 0.106)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{74} &= \left(\frac{l_7}{l_4}, \frac{m_7}{m_4}, \frac{u_7}{u_4} \right)^q = \left(\frac{0.006}{0.019}, \frac{0.007}{0.026}, \frac{0.011}{0.027} \right)^q = (0.316, 0.269, 0.407)^q \\ &= (0.269, 0.316, 0.407)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{75} &= \left(\frac{l_7}{l_5}, \frac{m_7}{m_5}, \frac{u_7}{u_5} \right)^q = \left(\frac{0.006}{0.026}, \frac{0.007}{0.034}, \frac{0.011}{0.06} \right)^q = (0.231, 0.206, 0.183)^q \\ &= (0.183, 0.206, 0.231)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{76} &= \left(\frac{l_7}{l_6}, \frac{m_7}{m_6}, \frac{u_7}{u_6} \right)^q = \left(\frac{0.006}{0.026}, \frac{0.007}{0.06}, \frac{0.011}{0.077} \right)^q = (0.231, 0.117, 0.143)^q \\ &= (0.117, 0.143, 0.231)\end{aligned}$$

$$\tilde{a}_{77} = \left(\frac{l_7}{l_7}, \frac{m_7}{m_7}, \frac{u_7}{u_7} \right)^q = \left(\frac{0.006}{0.006}, \frac{0.007}{0.007}, \frac{0.011}{0.011} \right)^q = (1, 1, 1)^q = (1, 1, 1)$$

Elde edilen bulanık değerlerle 7x7 bir matris ($\tilde{O}$) oluşmaktadır.

$$\tilde{O} = \begin{bmatrix} (1, 1, 1) & (1.163, 1.589, 1.625) & (1.375, 1.571, 1.986) & \dots \\ (0.615, 0.629, 0.86) & (1, 1, 1) & (0.989, 1.183, 1.222) & \dots \\ (0.504, 0.636, 0.727) & (0.818, 0.846, 1.011) & (1, 1, 1) & \dots \\ (0.133, 0.182, 0.189) & (0.216, 0.22, 0.289) & (0.26, 0.264, 0.286) & \dots \\ (0.182, 0.238, 0.42) & (0.296, 0.378, 0.488) & (0.361, 0.374, 0.577) & \dots \\ (0.182, 0.42, 0.539) & (0.296, 0.626, 0.667) & (0.361, 0.659, 0.74) & \dots \\ (0.042, 0.049, 0.077) & (0.078, 0.083, 0.089) & (0.077, 0.083, 0.106) & \dots \end{bmatrix}$$

...	(5.296, 5.5, 7.526)	(2.383, 4.206, 5.5)	(1.857, 2.383, 5.5)	...
...	(3.462, 4.556, 4.632)	(2.05, 2.647, 3.385)	(1.5, 1.597, 3.385)	...
...	(3.5, 3.582, 3.79)	(1.733, 2.677, 2.769)	(1.351, 1.517, 2.769)	...
...	(1, 1, 1)	(0.45, 0.731, 0.765)	(0.351, 0.433, 0.731)	...
...	(1.308, 1.368, 2.222)	(1, 1, 1)	(0.567, 0.779, 1)	...
...	(1.368, 2.308, 2.852)	(1, 1.283, 1.765)	(1, 1, 1)	...
...	(0.269, 0.316, 0.407)	(0.183, 0.206, 0.231)	(0.117, 0.143, 0.231)	...
	...	(13, 20.429, 23.833)	]	
	...	(11.182, 12.857, 14.667)		
	...	(9.455, 12, 13)		
	...	(2.455, 3.167, 3.714)		
	...	(4.333, 4.857, 5.455)		
	...	(4.333, 7.8, 8.571)		
	...	(1, 1, 1)		

S Matrisinin Elde Edilmesi:

Matris üzerinde her bir eş konumda olan hücrelerin farkı alınır, çıkan sonucun mutlak değeri olması gereken matris hücre değerine bölünür ve olması gereken verilerden hangi oranda uzaklaşıldığını belirten, bir çeşit sapma değerlerini hücreler ve bulanık olarak tanımlayan S matrisi elde edilir. Köşegen değerleri aynı verilerden olduğundan (0,0,0) elde edilir. Örnek olarak birinci sütun ikinci satır için $\tilde{O}$ matrisi hücre değeri, (0.615, 0.629, 0.86), $\tilde{A}$ matrisi için (0.5, 0.5, 2) dir. S için birinci sütun ikinci satır değeri de (l, m, u) şeklinde belirtirsek

$$l = \frac{|0.5 - 0.615|}{0.615} = 0.187$$

olacaktır. Diğer değerlerin tümü bu yöntemle hesaplanmaktadır.

$$\tilde{S}_{ij} = \frac{|\tilde{O}_{ij} - \tilde{A}_{ij}|}{\tilde{O}_{ij}}, i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, n$$

Ana kriterler için ikili bulanık karşılaştırma matrisi şu şekildedir:

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} (1, 1, 1) & (\frac{1}{2}, 2, 2) & (\frac{1}{2}, \frac{5}{2}, 3) & (4, 6, 7) & (3, 5, 5) & (\frac{1}{2}, \frac{7}{2}, 4) & (8, \frac{17}{2}, 9) \\ (\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 2) & (1, 1, 1) & (\frac{1}{2}, \frac{3}{2}, 3) & (3, 5, 5) & (2, \frac{7}{2}, 4) & (\frac{1}{2}, \frac{5}{2}, 4) & (8, \frac{17}{2}, 9) \\ (\frac{1}{3}, \frac{5}{12}, 2) & (\frac{1}{3}, \frac{3}{4}, 2) & (1, 1, 1) & (3, \frac{7}{2}, 6) & (2, \frac{7}{2}, 5) & (1, 2, 2) & (7, \frac{15}{2}, 9) \\ (\frac{1}{7}, \frac{1}{6}, \frac{1}{4}) & (\frac{1}{5}, \frac{1}{5}, \frac{1}{3}) & (\frac{1}{6}, \frac{7}{24}, \frac{1}{3}) & (1, 1, 1) & (\frac{1}{3}, \frac{1}{2}, 2) & (\frac{1}{4}, \frac{1}{3}, \frac{1}{2}) & (6, 7, 8) \\ (\frac{1}{5}, \frac{1}{5}, \frac{1}{3}) & (\frac{1}{4}, \frac{7}{24}, \frac{1}{2}) & (\frac{1}{5}, \frac{7}{24}, \frac{1}{2}) & (\frac{1}{2}, 2, 3) & (1, 1, 1) & (\frac{1}{3}, \frac{5}{12}, \frac{1}{2}) & (6, \frac{15}{2}, 8) \\ (\frac{1}{4}, \frac{7}{24}, 2) & (\frac{1}{4}, \frac{5}{12}, 2) & (\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 1) & (2, 3, 4) & (2, \frac{5}{2}, 3) & (1, 1, 1) & (5, 7, 8) \\ (\frac{1}{9}, \frac{17}{144}, \frac{1}{8}) & (\frac{1}{9}, \frac{17}{144}, \frac{1}{8}) & (\frac{1}{9}, \frac{15}{112}, \frac{1}{7}) & (\frac{1}{8}, \frac{1}{7}, \frac{1}{6}) & (\frac{1}{8}, \frac{15}{112}, \frac{1}{6}) & (\frac{1}{8}, \frac{1}{7}, \frac{1}{5}) & (1, 1, 1) \end{bmatrix}$$

$$\tilde{S} = \begin{bmatrix} (0, 0, 0) & (0.57, 0.259, 0.231) & (0.636, 0.591, 0.511) & \dots \\ (0.187, 0.205, 1.326) & (0, 0, 0) & (0.494, 0.268, 1.455) & \dots \\ (0.339, 0.345, 1.751) & (0.593, 0.114, 0.978) & (0, 0, 0) & \dots \\ (0.074, 0.084, 0.323) & (0.074, 0.091, 0.152) & (0.358, 0.106, 0.164) & \dots \\ (0.099, 0.16, 0.207) & (0.155, 0.228, 0.025) & (0.446, 0.219, 0.134) & \dots \\ (0.374, 0.305, 2.711) & (0.155, 0.334, 1.999) & (0.385, 0.241, 0.351) & \dots \\ (1.646, 1.408, 0.623) & (0.423, 0.422, 0.405) & (0.442, 0.615, 0.349) & \dots \\ \dots & (0.245, 0.091, 0.07) & (0.259, 0.189, 0.091) & (0.731, 0.469, 0.273) \dots \\ \dots & (0.135, 0.097, 0.079) & (0.024, 0.322, 0.477) & (0.667, 0.565, 0.182) \dots \\ \dots & (0.143, 0.023, 0.583) & (0.808, 0.304, 0.806) & (0.26, 0.318, 0.278) \dots \\ \dots & (0, 0, 0) & (0.26, 0.316, 1.614) & (0.288, 0.231, 0.316) \dots \\ \dots & (0.618, 0.462, 0.35) & (0, 0, 0) & (0.413, 0.465, 0.5) \dots \\ \dots & (0.462, 0.3, 0.403) & (1, 0.949, 0.7) & (0, 0, 0) \dots \\ \dots & (0.535, 0.548, 0.59) & (0.317, 0.35, 0.277) & (0.068, 0, 0.134) \dots \\ & \dots & (0.385, 0.584, 0.622) & \dots \\ & \dots & (0.285, 0.339, 0.386) & \dots \\ & \dots & (0.154, 0.292, 0.308) & \dots \\ & \dots & (1.444, 1.21, 1.154) & \dots \\ & \dots & (0.385, 0.544, 0.467) & \dots \\ & \dots & (0.154, 0.103, 0.067) & \dots \\ & \dots & (0, 0, 0) & \dots \end{bmatrix}$$

Sapmaları belirtmekte olan matris içeriğinde elde edilen değer büyüklüğünce tutarsızlık artmaktadır. 2.711 değerinin elde edildiği 1. Sütun 6. satırın (l,m,u)

değerlerinden u değeri için (esneklik satırı kalite sütunu u değeri- 2- nin tutarlılığı en düşük veri) kontrol yapılma önceliği önde olan durumdur. Bunun gibi belirli seçilen sınır içerisinde düzenlemeler ile tutarlılık seviyesi artırılabilir. Örneğin 1 değerinden yüksek olan alanlar için kontrollerin yapılması uygun görülebilir. Yöntem bulanık yapı üzerinden tutarlılık durumlarını birebir belirtmesi açısından yol gösterici avantajı bulunmaktadır. Ayrıca satır toplamalarını elde ederek en yüksek satır değeri olan karşılaştırmaların en tutarsız ikili karşılaştırma grubu olduğunu gösterir. İhtiyaca göre matris içeriği yorumlanarak uygun hareket tarzı uygulanır.

Uygulama içerisinde bulanık verilerin bulanık tutarlılık değerlerini elde ederek diğer tutarlılık sonuçları ile yakınlığını gözlemleyebilirliği sağlanmış olacaktır. Yani sapma matrisi içerisinde olan tüm bulanık sayılar için l, m, u değerleri sapma karşılıkları üzerinden ayrı ayrı işlem yapılır.

$$s_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$$

$$\sum_{i=1, j=1}^n s_{ij} = \left(\sum_{i=1, j=1}^n l_{ij}, \sum_{i=1, j=1}^n m_{ij}, \sum_{i=1, j=1}^n u_{ij} \right)$$

Kalite kriteri için $i = 1$ ile 1. satır:

$$\sum_{j=1}^n s_{1j} = (2.826, 2.183, 1.798)$$

Fiyat kriteri için $i = 2$ ile 2. satır:

$$\sum_{j=1}^n s_{2j} = (1.792, 1.796, 3.905)$$

Teslimat kriteri için $i = 3$ ile 3. satır:

$$\sum_{j=1}^n s_{3j} = (2.297, 1.396, 4.71)$$

Teknik kapasite kriteri için $i = 4$ ile 4. satır:

$$\sum_{j=1}^n s_{4j} = (2.498, 2.038, 3.723)$$

Hizmet kriteri için $i = 5$ ile 5. satır:

$$\sum_{j=1}^n s_{5j} = (1.666, 2.078, 1.683)$$

Esneklik kriteri için $i = 6$ ile 6. satır:

$$\sum_{j=1}^n s_{6j} = (2.53, 2.232, 6.231)$$

Tedarikçi işletme değerleri kriteri için $i = 7$ ile 7. satır:

$$\sum_{j=1}^n s_{7j} = (3.431, 3.343, 2.378)$$

Toplam değer:

$$\sum_{i=1, j=1}^n s_{ij} = (17.04, 15.066, 24.428)$$

YYBT; Yeni yöntemin bulanık uygulamasında tutarlılık oranını belirtmektedir ve belirtilen işlem sonucu ile elde edilmektedir:

$$YYBT = \frac{\tilde{S}_{toplam}}{[(skala) \times (n^2 - n)]}$$

Elde edilen her bir toplam veriyi (skala x aktif veri sayısı) değerine bölerek tutarlılık derecesi sonucuna ulaşmaktayız. Skala değerimiz 9 değeridir. Veri sayısı her bir satır için n sütunda 0 olan köşegen hücreyi almaz isek $(n - 1)$ değeridir. $n = 7$ için 6 adet veri üzerinden değerlendirmekteyiz. Toplam değeri (skala x aktif veri sayısı) = $(9 \times 6) = 54$ değerine bölerek her bir satır için tutarlılık değerini elde etmekteyiz. (Diğer hesaplamalarımızda sadece toplam tutarlılık incelenecektir.)

Kalite satırı tutarlılık değeri: (0.052, 0.04, 0.033),

Fiyat satırı tutarlılık değeri: (0.033, 0.033, 0.072)

Teslimat satırı tutarlılık değeri: (0.043, 0.026, 0.087)

Teknik kapasite satırı tutarlılık değeri: (0.046, 0.038, 0.069)

Hizmet satırı tutarlılık değeri: (0.031, 0.039, 0.031)

Esneklik satırı tutarlılık değeri: (0.047, 0.041, 0.115)

Tedarikçi işletme değerleri satırı tutarlılık değeri : (0.064, 0.062, 0.044)

Toplam değerler için ise $(n^2 - n)$ veri sayımızın formülüdür yani n^2 matris hücre sayısından n köşegen veri sayısının farkıdır. ($n=7$) olduğuna göre veri sayısı 42' dir. Toplam matris değerini (skala x aktif veri sayısı) = $(42 \times 9) = 378$ değerine bölerek matris tutarlılığını hesaplamış oluruz.

$$YYBT = \frac{\tilde{S}_{toplam}}{[(skala)x(n^2 - n)]} = \frac{(17.04, 15.066, 24.428)}{42 \times 9} = (0.045, 0.04, 0.065)$$

Matris tutarlılık oranı: (0.045, 0.04, 0.065) olarak elde edilmiştir. Matrisin tutarlılık oranı bulanık bir veri olarak elde edilmesi sağlanmıştır.

Verilerin tutarlılık sınırını 0.1 kabul edersek tüm veriler için tutarlılık sözkonusudur fakat sadece esneklik satırı için u değerlerinin tutarlılığı 0.115 değeri ile kontrol edilebilir.

b) Kalite Alt Kriterleri Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi Tutarlılık Hesaplaması:

$$\tilde{W}' = \begin{bmatrix} (0.25, 0.25, 0.25) \\ (0.05, 0.064, 0.087) \\ (0.067, 0.081, 0.113) \\ (0.044, 0.064, 0.08) \end{bmatrix}$$

$$O = \tilde{a}_{ij} = \left(\frac{l_i}{l_j}, \frac{m_i}{m_j}, \frac{u_i}{u_j} \right)^q, \quad i = 1, 2 \dots n, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$\tilde{w}_1 = (l_1, m_1, u_1) = (0.25, 0.25, 0.25)$$

$$\tilde{a}_{11} = \left(\frac{l_1}{l_1}, \frac{m_1}{m_1}, \frac{u_1}{u_1} \right)^q = \left(\frac{0.25}{0.25}, \frac{0.25}{0.25}, \frac{0.25}{0.25} \right)^q = (1, 1, 1)^q = (1, 1, 1)$$

$$\begin{aligned} \tilde{a}_{12} &= \left(\frac{l_1}{l_2}, \frac{m_1}{m_2}, \frac{u_1}{u_2} \right)^q = \left(\frac{0.25}{0.05}, \frac{0.25}{0.064}, \frac{0.25}{0.087} \right)^q = (5, 3.906, 2.874)^q \\ &= (2.874, 3.906, 5) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tilde{a}_{13} &= \left(\frac{l_1}{l_3}, \frac{m_1}{m_3}, \frac{u_1}{u_3} \right)^q = \left(\frac{0.25}{0.067}, \frac{0.25}{0.081}, \frac{0.25}{0.113} \right)^q = (3.731, 3.086, 2.212)^q \\ &= (2.212, 3.086, 3.731) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tilde{a}_{14} &= \left(\frac{l_1}{l_4}, \frac{m_1}{m_4}, \frac{u_1}{u_4} \right)^q = \left(\frac{0.25}{0.044}, \frac{0.25}{0.064}, \frac{0.25}{0.08} \right)^q = (5.612, 3.906, 3.125)^q \\ &= (3.125, 3.906, 5.612) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tilde{a}_{21} &= \left(\frac{l_2}{l_1}, \frac{m_2}{m_1}, \frac{u_2}{u_1} \right)^q = \left(\frac{0.05}{0.25}, \frac{0.064}{0.25}, \frac{0.087}{0.25} \right)^q = (0.2, 0.256, 0.348)^q \\ &= (0.2, 0.256, 0.348) \end{aligned}$$

$$\tilde{a}_{22} = \left(\frac{l_2}{l_2}, \frac{m_2}{m_2}, \frac{u_2}{u_2} \right)^q = \left(\frac{0.05}{0.05}, \frac{0.064}{0.064}, \frac{0.087}{0.087} \right)^q = (1, 1, 1)^q = (1, 1, 1)$$

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{23} &= \left(\frac{l_2}{l_3}, \frac{m_2}{m_3}, \frac{u_2}{u_3} \right)^q = \left(\frac{0.05}{0.067}, \frac{0.064}{0.081}, \frac{0.087}{0.113} \right)^q = (0.746, 0.79, 0.77)^q \\ &= (0.746, 0.77, 0.79)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{24} &= \left(\frac{l_2}{l_4}, \frac{m_2}{m_4}, \frac{u_2}{u_4} \right)^q = \left(\frac{0.05}{0.044}, \frac{0.064}{0.064}, \frac{0.087}{0.08} \right)^q = (1.136, 1, 1.088)^q \\ &= (1, 1.088, 1.136)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{31} &= \left(\frac{l_3}{l_1}, \frac{m_3}{m_1}, \frac{u_3}{u_1} \right)^q = \left(\frac{0.067}{0.25}, \frac{0.081}{0.25}, \frac{0.113}{0.25} \right)^q = (0.268, 0.324, 0.452)^q \\ &= (0.268, 0.324, 0.452)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{32} &= \left(\frac{l_3}{l_2}, \frac{m_3}{m_2}, \frac{u_3}{u_2} \right)^q = \left(\frac{0.067}{0.05}, \frac{0.081}{0.064}, \frac{0.113}{0.087} \right)^q = (1.34, 1.266, 1.299)^q \\ &= (1.266, 1.299, 1.34)\end{aligned}$$

$$\tilde{a}_{33} = \left(\frac{l_3}{l_3}, \frac{m_3}{m_3}, \frac{u_3}{u_3} \right)^q = \left(\frac{0.067}{0.067}, \frac{0.081}{0.081}, \frac{0.113}{0.113} \right)^q = (1, 1, 1)^q = (1, 1, 1)$$

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{34} &= \left(\frac{l_3}{l_4}, \frac{m_3}{m_4}, \frac{u_3}{u_4} \right)^q = \left(\frac{0.067}{0.044}, \frac{0.081}{0.064}, \frac{0.113}{0.08} \right)^q = (1.523, 1.266, 1.413)^q \\ &= (1.266, 1.413, 1.523)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{41} &= \left(\frac{l_4}{l_1}, \frac{m_4}{m_1}, \frac{u_4}{u_1} \right)^q = \left(\frac{0.044}{0.25}, \frac{0.064}{0.25}, \frac{0.08}{0.25} \right)^q = (0.176, 0.256, 0.32)^q \\ &= (0.176, 0.256, 0.32)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{42} &= \left(\frac{l_4}{l_2}, \frac{m_4}{m_2}, \frac{u_4}{u_2} \right)^q = \left(\frac{0.044}{0.05}, \frac{0.064}{0.064}, \frac{0.08}{0.087} \right)^q = (0.88, 1, 0.92)^q \\ &= (0.88, 0.92, 1)\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\tilde{a}_{43} &= \left(\frac{l_4}{l_3}, \frac{m_4}{m_3}, \frac{u_4}{u_3} \right)^q = \left(\frac{0.044}{0.067}, \frac{0.064}{0.081}, \frac{0.08}{0.113} \right)^q = (0.657, 0.79, 0.708)^q \\ &= (0.657, 0.708, 0.79)\end{aligned}$$

$$\tilde{a}_{44} = \left(\frac{l_4}{l_4}, \frac{m_4}{m_4}, \frac{u_4}{u_4} \right)^q = \left(\frac{0.044}{0.044}, \frac{0.064}{0.064}, \frac{0.08}{0.08} \right)^q = (1, 1, 1)^q = (1, 1, 1)$$

$$O = \begin{bmatrix} (1, 1, 1) & (2.874, 3.906, 5) & (2.212, 3.086, 3.731) & \dots \\ (0.2, 0.256, 0.348) & (1, 1, 1) & (0.746, 0.77, 0.79) & \dots \\ (0.268, 0.324, 0.452) & (1.266, 1.299, 1.34) & (1, 1, 1) & \dots \\ (0.176, 0.256, 0.32) & (0.88, 0.92, 1) & (0.657, 0.708, 0.79) & \dots \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned}
& \left. \begin{array}{l} \dots \quad (3.125, 3.906, 5.612) \\ \dots \quad (1, 1.088, 1.136) \\ \dots \quad (1.266, 1.413, 1.523) \\ \dots \quad (1, 1, 1) \end{array} \right] \\
\tilde{k} &= \begin{bmatrix} (1, 1, 1) & (2, 3, 4) & (2, 3, 3) & (4, \frac{9}{2}, 5) \\ (\frac{1}{4}, \frac{1}{3}, \frac{1}{2}) & (1, 1, 1) & (\frac{1}{3}, 1, 1) & (\frac{1}{2}, \frac{3}{4}, 2) \\ (\frac{1}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{2}) & (1, 1, 3) & (1, 1, 1) & (\frac{1}{2}, \frac{3}{2}, 2) \\ (\frac{1}{5}, \frac{9}{40}, \frac{1}{4}) & (\frac{1}{2}, \frac{3}{2}, 2) & (\frac{1}{2}, \frac{3}{4}, 2) & (1, 1, 1) \end{bmatrix} \\
\tilde{S}_{ij} &= \frac{|\tilde{O}_{ij} - \tilde{k}_{ij}|}{\tilde{O}_{ij}}, i = 1, \dots, n \quad j = 1, \dots, n \\
\tilde{S}_{ij} &= \begin{bmatrix} (0, 0, 0) & (0.304, 0.232, 0.2) & (0.808, 0.028, 0.196) & \dots \\ (0.25, 0.301, 0.437) & (0, 0, 0) & (0.554, 0.299, 0.266) & \dots \\ (0.243, 0.028, 0.106) & (0.21, 0.23, 1.239) & (0, 0, 0) & \dots \\ (0.136, 0.121, 0.219) & (0.432, 0.63, 1) & (0.239, 0.059, 1.532) & \dots \\ \dots & (0.28, 0.152, 0.109) & & \\ \dots & (0.5, 0.311, 0.761) & & \\ \dots & (0.605, 0.062, 0.313) & & \\ \dots & (0, 0, 0) & & \end{bmatrix} \\
s_{ij} &= (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij}) \\
\tilde{S}_{toplam} &= \sum_{i=1, j=1}^n s_{ij} = \left(\sum_{i=1, j=1}^n l_{ij}, \sum_{i=1, j=1}^n m_{ij}, \sum_{i=1, j=1}^n u_{ij} \right) \\
\tilde{S}_{toplam} &= (4.561, 2.453, 6.378) \\
YYBT &= \frac{\tilde{S}_{toplam}}{[(skala)x(n^2 - n)]} \\
n &= 4 \text{ ise;} \\
YYBT &= \frac{(4.561, 2.453, 6.378)}{9 \times 12} = (0.042, 0.023, 0.059)
\end{aligned}$$

c) Fiyat Alt Kriterleri Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi Tutarlılık Hesaplaması:

$$\tilde{W}' = \begin{bmatrix} (0.333, 0.333, 0.333) \\ (0.044, 0.044, 0.053) \\ (0.115, 0.118, 0.13) \end{bmatrix}$$

$$\tilde{a}_{11} = (1, 1, 1)$$

$$\tilde{a}_{12} = (7.568, 7.568, 6.283)^q = (6.283, 7.568, 7.568)$$

$$\tilde{a}_{13} = (2.896, 2.822, 2.562)^q = (2.562, 2.822, 2.896)$$

$$\tilde{a}_{21} = (0.132, 0.132, 0.159)^q = (0.132, 0.132, 0.159)$$

$$\tilde{a}_{22} = (1, 1, 1)^q = (1, 1, 1)$$

$$\tilde{a}_{23} = (0.383, 0.373, 0.408)^q = (0.373, 0.383, 0.408)$$

$$\tilde{a}_{31} = (0.345, 0.354, 0.39)^q = (0.345, 0.354, 0.39)$$

$$\tilde{a}_{32} = (2.614, 2.682, 2.453)^q = (2.453, 2.614, 2.682)$$

$$\tilde{a}_{33} = (1, 1, 1)^q = (1, 1, 1)$$

$$O = \begin{bmatrix} (1, 1, 1) & (6.283, 7.568, 7.568) & (2.562, 2.822, 2.896) \\ (0.132, 0.132, 0.159) & (1, 1, 1) & (0.373, 0.383, 0.408) \\ (0.345, 0.354, 0.39) & (2.453, 2.614, 2.682) & (1, 1, 1) \end{bmatrix}$$

$$\tilde{f} = \begin{bmatrix} (1, 1, 1) & (5, 5, 6) & (3, 3, 4) \\ (\frac{1}{6}, \frac{1}{5}, \frac{1}{5}) & (1, 1, 1) & (\frac{1}{4}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3}) \\ (\frac{1}{4}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3}) & (3, 3, 4) & (1, 1, 1) \end{bmatrix}$$

$$\tilde{S}_{ij} = \frac{|\tilde{O}_{ij} - \tilde{f}_{ij}|}{\tilde{O}_{ij}}, i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, n$$

$$\tilde{S}_{ij} = \begin{bmatrix} (0, 0, 0) & (0.204, 0.339, 0.207) & (0.171, 0.063, 0.381) \\ (0.265, 0.515, 0.258) & (0, 0, 0) & (0.33, 0.131, 0.184) \\ (0.275, 0.059, 0.146) & (0.223, 0.148, 0.491) & (0, 0, 0) \end{bmatrix}$$

$$s_{ij} = (l_{ij}, m_{ij}, u_{ij})$$

$$\tilde{S}_{toplamlam} = \sum_{i=1, j=1}^n s_{ij} = \left(\sum_{i=1, j=1}^n l_{ij}, \sum_{i=1, j=1}^n m_{ij}, \sum_{i=1, j=1}^n u_{ij} \right)$$

$$\tilde{S}_{toplamlam} = (1.468, 1.255, 1.667)$$

$n = 3$ ise

$$YYBT = \frac{\tilde{S}_{toplam}}{[(skala)x(n^2 - n)]}$$

Formül üzerinde verileri uygulamamız sonucunda bulanık sayı yapısında bir tutarlılık oranı elde edilmiştir.

$$YYBT = \frac{(1.468, 1.255, 1.667)}{6 \times 9} = (0.027, 0.023, 0.031)$$

d) Teslimat Alt Kriterleri Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi Tutarlılık Hesaplaması:

$$\tilde{W}' = \begin{bmatrix} (0.25, 0.25, 0.25) \\ (0.261, 0.3, 0.375) \\ (0.261, 0.3, 0.375) \\ (0.125, 0.167, 0.167) \end{bmatrix}$$

$$\tilde{a}_{11} = (1, 1, 1)^q = (1, 1, 1)$$

$$\tilde{a}_{12} = (0.958, 0.833, 0.667)^q = (0.667, 0.833, 0.958)$$

$$\tilde{a}_{13} = (0.958, 0.833, 0.667)^q = (0.667, 0.833, 0.958)$$

$$\tilde{a}_{14} = (2, 1.497, 1.497)^q = (1.497, 1.497, 2)$$

$$\tilde{a}_{21} = (1.044, 1.2, 1.5)^q = (1.044, 1.2, 1.5)$$

$$\tilde{a}_{22} = (1, 1, 1)^q = (1, 1, 1)$$

$$\tilde{a}_{23} = (1, 1, 1)^q = (1, 1, 1)$$

$$\tilde{a}_{24} = (2.088, 1.796, 2.246)^q = (1.796, 2.088, 2.246)$$

$$\tilde{a}_{31} = (1.044, 1.2, 1.5)^q = (1.044, 1.2, 1.5)$$

$$\tilde{a}_{32} = (1, 1, 1)^q = (1, 1, 1)$$

$$\tilde{a}_{33} = (1, 1, 1)^q = (1, 1, 1)$$

$$\tilde{a}_{34} = (2.088, 1.796, 2.246)^q = (1.796, 2.088, 2.246)$$

$$\tilde{a}_{41} = (0.5, 0.668, 0.668)^q = (0.5, 0.668, 0.668)$$

$$\tilde{a}_{42} = (0.479, 0.557, 0.445)^q = (0.445, 0.479, 0.557)$$

$$\tilde{a}_{43} = (0.479, 0.557, 0.445)^q = (0.445, 0.479, 0.557)$$

$$\tilde{a}_{44} = (1, 1, 1)^q = (1, 1, 1)$$

$$O = \begin{bmatrix} (1, 1, 1) & (0.667, 0.833, 0.958) & (0.667, 0.833, 0.958) & ... \\ (1.044, 1.2, 1.5) & (1, 1, 1) & (1, 1, 1) & ... \\ (1.044, 1.2, 1.5) & (1, 1, 1) & (1, 1, 1) & ... \\ (0.5, 0.668, 0.668) & (0.445, 0.479, 0.557) & (0.445, 0.479, 0.557) & ... \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned}
& \begin{matrix} \dots & (1.497, 1.497, 2) \\ \dots & (1.796, 2.088, 2.246) \\ \dots & (1.796, 2.088, 2.246) \\ \dots & (1, 1, 1) \end{matrix} \Bigg] \\
\widetilde{tes} = & \begin{bmatrix} (1, 1, 1) & (\frac{1}{3}, 1, 1) & (\frac{1}{3}, 1, 1) & (1, 2, 3) \\ (1, 1, 3) & (1, 1, 1) & (1, 1, 1) & (1, \frac{5}{2}, 3) \\ (1, 1, 3) & (1, 1, 1) & (1, 1, 1) & (1, \frac{5}{2}, 3) \\ (\frac{1}{3}, \frac{1}{2}, 1) & (\frac{1}{3}, \frac{5}{12}, 1) & (\frac{1}{3}, \frac{5}{12}, 1) & (1, 1, 1) \end{bmatrix} \\
\tilde{S}_{ij} = & \frac{|\tilde{O}_{ij} - \widetilde{tes}_{ij}|}{\tilde{O}_{ij}}, i = 1, \dots, n \quad j = 1, \dots, n \\
\tilde{S}_{ij} = & \begin{bmatrix} (0, 0, 0) & (0.501, 0.201, 0.044) & (0.501, 0.201, 0.044) & \dots \\ (0.042, 0.167, 1) & (0, 0, 0) & (0, 0, 0) & \dots \\ (0.042, 0.167, 1) & (0, 0, 0) & (0, 0, 0) & \dots \\ (0.334, 0.251, 0.497) & (0.252, 0.129, 0.795) & (0.252, 0.129, 0.795) & \dots \\ \dots & (0.332, 0.336, 0.5) \\ \dots & (0.443, 0.197, 0.336) \\ \dots & (0.443, 0.197, 0.336) \\ \dots & (0, 0, 0) \end{bmatrix} \\
\tilde{S}_{toplama} = & (3.142, 1.975, 5.347) \\
YYBT = & \frac{\tilde{S}_{toplama}}{[(skala)x(n^2 - n)]}
\end{aligned}$$

$n = 4$ ise;

$$YYBT = \frac{(3.142, 1.975, 5.347)}{9 \times 12} = (0.029, 0.018, 0.05)$$

e) Teknik Kapasite Alt Kriterleri Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi Tutarlılık Hesaplaması:

$$\begin{aligned}
\tilde{W}' &= \begin{bmatrix} (0.333, 0.333, 0.333) \\ (0.333, 0.333, 0.357) \\ (0.096, 0.1, 0.167) \end{bmatrix} \\
\tilde{a}_{11} &= (1, 1, 1)^q = (1, 1, 1) \\
\tilde{a}_{12} &= (1, 1, 0.933)^q = (0.933, 1, 1)
\end{aligned}$$

$$\tilde{a}_{13} = (3.469, 3.33, 1.994)^q = (1.994, 3.33, 3.469)$$

$$\tilde{a}_{21} = (1, 1, 1.072)^q = (1, 1, 1.072)$$

$$\tilde{a}_{22} = (1, 1, 1)^q = (1, 1, 1)$$

$$\tilde{a}_{23} = (3.469, 3.33, 2.138)^q = (2.138, 3.33, 3.469)$$

$$\tilde{a}_{31} = (0.288, 0.3, 0.502)^q = (0.288, 0.3, 0.502)$$

$$\tilde{a}_{32} = (0.288, 0.3, 0.468)^q = (0.288, 0.3, 0.468)$$

$$\tilde{a}_{33} = (1, 1, 1)^q = (1, 1, 1)$$

$$O = \begin{bmatrix} (1, 1, 1) & (0.933, 1, 1) & (1.994, 3.33, 3.469) \\ (1, 1, 1.072) & (1, 1, 1) & (2.138, 3.33, 3.469) \\ (0.288, 0.3, 0.502) & (0.288, 0.3, 0.468) & (1, 1, 1) \end{bmatrix}$$

$$\tilde{tk} = \begin{bmatrix} (1, 1, 1) & (1, 1, 1) & (1, \frac{7}{2}, 4) \\ (1, 1, 1) & (1, 1, 1) & (1, \frac{7}{2}, 5) \\ (\frac{1}{4}, \frac{7}{24}, 1) & (\frac{1}{5}, \frac{7}{24}, 1) & (1, 1, 1) \end{bmatrix}$$

$$\tilde{S}_{ij} = \frac{|\tilde{O}_{ij} - \tilde{tk}_{ij}|}{\tilde{O}_{ij}}, i = 1, \dots, n \quad j = 1, \dots, n$$

$$\tilde{S}_{ij} = \begin{bmatrix} (0,0,0) & (0.072,0,0) & (0.499,0.049,0.153) \\ (0,0,0.067) & (0,0,0) & (0.533,0.051,0.441) \\ (0.132,0.027,0.498) & (0.306,0.027,1.137) & (0,0,0) \end{bmatrix}$$

$$\tilde{S}_{toplam} = (1.542, 0.154, 2.296)$$

$$YYBT = \frac{\tilde{S}_{toplam}}{[(skala)x(n^2 - n)]}$$

$n = 3$ ise;

$$YYBT = \frac{(1.542, 0.154, 2.296)}{9 \times 6} = (0.029, 0.003, 0.043)$$

f) Hizmet Alt Kriterleri Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi Tutarlılık Hesaplaması:

$$\tilde{W}' = \begin{bmatrix} (0.25, 0.25, 0.25) \\ (0.121, 0.123, 0.125) \\ (0.304, 0.546, 0.587) \\ (0.273, 0.429, 0.508) \end{bmatrix}$$

$$\tilde{a}_{11} = (1, 1, 1)^q = (1, 1, 1)$$

$$\begin{aligned}
\tilde{a}_{12} &= (2.066, 2.033, 2)^q = (2, 2.033, 2.066) \\
\tilde{a}_{13} &= (0.822, 0.458, 0.426)^q = (0.426, 0.458, 0.822) \\
\tilde{a}_{14} &= (0.916, 0.583, 0.492)^q = (0.492, 0.583, 0.916) \\
\tilde{a}_{21} &= (0.484, 0.492, 0.5)^q = (0.484, 0.492, 0.5) \\
\tilde{a}_{22} &= (1, 1, 1)^q = (1, 1, 1) \\
\tilde{a}_{23} &= (0.398, 0.225, 0.213)^q = (0.213, 0.225, 0.398) \\
\tilde{a}_{24} &= (0.443, 0.287, 0.246)^q = (0.246, 0.287, 0.443) \\
\tilde{a}_{31} &= (1.216, 2.184, 2.348)^q = (1.216, 2.184, 2.348) \\
\tilde{a}_{32} &= (2.512, 4.439, 4.696)^q = (2.512, 4.439, 4.696) \\
\tilde{a}_{33} &= (1, 1, 1)^q = (1, 1, 1) \\
\tilde{a}_{34} &= (1.114, 1.273, 1.156)^q = (1.114, 1.156, 1.273) \\
\tilde{a}_{41} &= (1.092, 1.716, 2.032)^q = (1.092, 1.716, 2.032) \\
\tilde{a}_{42} &= (2.256, 3.488, 4.064)^q = (2.256, 3.488, 4.064) \\
\tilde{a}_{43} &= (0.898, 0.786, 0.865)^q = (0.786, 0.865, 0.898) \\
\tilde{a}_{44} &= (1, 1, 1)^q = (1, 1, 1)
\end{aligned}$$

$$O = \begin{bmatrix}
(1, 1, 1) & (2, 2.033, 2.066) & (0.426, 0.458, 0.822) & \dots \\
(0.484, 0.492, 0.5) & (1, 1, 1) & (0.213, 0.225, 0.398) & \dots \\
(1.216, 2.184, 2.348) & (2.512, 4.439, 4.696) & (1, 1, 1) & \dots \\
(1.092, 1.716, 2.032) & (2.256, 3.488, 4.064) & (0.786, 0.865, 0.898) & \dots \\
\dots & (0.492, 0.583, 0.916) & & \\
\dots & (0.246, 0.287, 0.443) & & \\
\dots & (1.114, 1.156, 1.273) & & \\
\dots & (1, 1, 1) & &
\end{bmatrix}$$

$$\tilde{h} = \begin{bmatrix}
(1, 1, 1) & (3, 3, 3) & (\frac{1}{4}, \frac{7}{24}, \frac{1}{3}) & (\frac{1}{4}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3}) \\
(\frac{1}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3}) & (1, 1, 1) & (\frac{1}{5}, \frac{7}{24}, \frac{1}{3}) & (\frac{1}{4}, \frac{7}{24}, \frac{1}{3}) \\
(3, \frac{7}{2}, 4) & (3, \frac{7}{2}, 5) & (1, 1, 1) & (1, \frac{3}{2}, 3) \\
(3, 3, 4) & (3, \frac{7}{2}, 4) & (\frac{1}{3}, \frac{3}{4}, 1) & (1, 1, 1)
\end{bmatrix}$$

$$\tilde{S}_{ij} = \frac{|\tilde{O}_{ij} - \tilde{h}_{ij}|}{\tilde{O}_{ij}}, i = 1, \dots, n \quad j = 1, \dots, n$$

$$\tilde{S}_{ij} = \begin{bmatrix} (0, 0, 0) & (0.5, 0.476, 0.452) & (0.413, 0.363, 0.595) & \dots \\ (0.312, 0.323, 0.334) & (0, 0, 0) & (0.061, 0.298, 0.163) & \dots \\ (1.467, 0.603, 0.704) & (0.194, 0.212, 0.065) & (0, 0, 0) & \dots \\ (1.747, 0.748, 0.969) & (0.33, 0.003, 0.016) & (0.576, 0.133, 0.114) & \dots \\ \dots & (0.492, 0.583, 0.916) & & \\ \dots & (0.016, 0.017, 0.248) & & \\ \dots & (0.102, 0.298, 1.357) & & \\ \dots & (0, 0, 0) & & \end{bmatrix}$$

$$\tilde{S}_{toplamlam} = (6.21, 4.057, 5.933)$$

$$YYBT = \frac{\tilde{S}_{toplamlam}}{[(skala)x(n^2 - n)]}$$

$n = 4$ ise;

$$YYBT = \frac{(6.21, 3.057, 5.933)}{9 \times 12} = (0.058, 0.028, 0.055)$$

g) Esneklik Alt Kriterleri Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi Tutarlılık

Hesaplaması:

$$\tilde{W}' = \begin{bmatrix} (0.25, 0.25, 0.25) \\ (0.07, 0.077, 0.092) \\ (0.165, 0.243, 0.273) \\ (0.035, 0.04, 0.049) \end{bmatrix}$$

$$\tilde{a}_{11} = (1, 1, 1)^q = (1, 1, 1)$$

$$\tilde{a}_{12} = (3.571, 3.247, 2.717)^q = (2.717, 3.247, 3.571)$$

$$\tilde{a}_{13} = (1.515, 1.029, 0.916)^q = (0.916, 1.029, 1.515)$$

$$\tilde{a}_{14} = (7.143, 6.25, 5.102)^q = (5.102, 6.25, 7.143)$$

$$\tilde{a}_{21} = (0.28, 0.308, 0.368)^q = (0.28, 0.308, 0.368)$$

$$\tilde{a}_{22} = (1, 1, 1)^q = (1, 1, 1)$$

$$\tilde{a}_{23} = (0.424, 0.317, 0.337)^q = (0.317, 0.337, 0.424)$$

$$\tilde{a}_{24} = (2, 1.925, 1.878)^q = (1.878, 1.925, 2)$$

$$\tilde{a}_{31} = (0.66, 0.972, 1.092)^q = (0.66, 0.972, 1.092)$$

$$\tilde{a}_{32} = (2.357, 3.156, 2.967)^q = (2.357, 2.967, 3.156)$$

$$\tilde{a}_{33} = (1, 1, 1)^q = (1, 1, 1)$$

$$\tilde{a}_{34} = (4.714, 6.075, 5.571)^q = (4.714, 5.571, 6.075)$$

$$\tilde{a}_{41} = (0.14, 0.16, 0.196)^q = (0.14, 0.16, 0.196)$$

$$\tilde{a}_{42} = (0.5, 0.52, 0.533)^q = (0.5, 0.52, 0.533)$$

$$\tilde{a}_{43} = (0.212, 0.165, 0.18)^q = (0.165, 0.18, 0.212)$$

$$\tilde{a}_{44} = (1, 1, 1)^q = (1, 1, 1)$$

$$O = \begin{bmatrix} (1, 1, 1) & (2.717, 3.247, 3.571) & (0.916, 1.029, 1.515) & \dots \\ (0.28, 0.308, 0.368) & (1, 1, 1) & (0.317, 0.337, 0.424) & \dots \\ (0.66, 0.972, 1.092) & (2.357, 2.967, 3.156) & (1, 1, 1) & \dots \\ (0.14, 0.16, 0.196) & (0.5, 0.52, 0.533) & (0.165, 0.18, 0.212) & \dots \\ \dots & (5.102, 6.25, 7.143) & & \\ \dots & (1.878, 1.925, 2) & & \\ \dots & (4.714, 5.571, 6.075) & & \\ \dots & (1, 1, 1) & & \end{bmatrix}$$

$$\tilde{e} = \begin{bmatrix} (1, 1, 1) & (3, 3, 5) & (1, 1, 2) & (4, \frac{9}{2}, 7) \\ (\frac{1}{5}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3}) & (1, 1, 1) & (\frac{1}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{2}) & (2, \frac{5}{2}, 3) \\ (\frac{1}{2}, 1, 1) & (2, 3, 3) & (1, 1, 1) & (4, 4, 5) \\ (\frac{1}{7}, \frac{9}{40}, \frac{1}{4}) & (\frac{1}{3}, \frac{5}{12}, \frac{1}{2}) & (\frac{1}{5}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4}) & (1, 1, 1) \end{bmatrix}$$

$$\tilde{S}_{ij} = \frac{|\tilde{O}_{ij} - \tilde{e}_{ij}|}{\tilde{O}_{ij}}, i = 1, \dots, n \quad j = 1, \dots, n$$

$$\tilde{S}_{ij} = \begin{bmatrix} (0, 0, 0) & (0.104, 0.076, 0.4) & (0.092, 0.028, 0.32) & \dots \\ (0.286, 0.081, 0.095) & (0, 0, 0) & (0.051, 0.012, 0.179) & \dots \\ (0.242, 0.029, 0.084) & (0.152, 0.011, 0.049) & (0, 0, 0) & \dots \\ (0.021, 0.406, 0.276) & (0.334, 0.198, 0.062) & (0.212, 0.389, 0.179) & \dots \\ \dots & (0.216, 0.28, 0.02) & & \\ \dots & (0.065, 0.299, 0.5) & & \\ \dots & (0.152, 0.282, 0.177) & & \\ \dots & (0, 0, 0) & & \end{bmatrix}$$

$$\tilde{S}_{toplam} = (1.926, 2.091, 2.342)$$

$$YYBT = \frac{\tilde{S}_{toplam}}{[(skala)x(n^2 - n)]}$$

$n = 4$ ise;

$$YYBT = \frac{(1.926, 2.091, 2.342)}{9 \times 12} = (0.018, 0.019, 0.022)$$

h) Tedarikçi İşletme Değerleri Alt Kriterleri Bulanık İkili Karşılaştırma Matrisi Tutarlılık Hesaplaması:

$$\tilde{W}' = \begin{bmatrix} (0.143, 0.146, 0.167) \\ (0.25, 0.25, 0.25) \\ (0.059, 0.059, 0.067) \\ (0.108, 0.111, 0.194) \end{bmatrix}$$

$$\tilde{a}_{11} = (1, 1, 1)^q = (1, 1, 1)$$

$$\tilde{a}_{12} = (0.572, 0.584, 0.668)^q = (0.572, 0.584, 0.668)$$

$$\tilde{a}_{13} = (2.424, 2.475, 2.493)^q = (2.424, 2.475, 2.493)$$

$$\tilde{a}_{14} = (1.324, 1.315, 0.861)^q = (0.861, 1.315, 1.324)$$

$$\tilde{a}_{21} = (1.748, 1.712, 1.497)^q = (1.497, 1.712, 1.748)$$

$$\tilde{a}_{22} = (1, 1, 1)^q = (1, 1, 1)$$

$$\tilde{a}_{23} = (4.237, 4.237, 3.731)^q = (3.731, 4.237, 4.237)$$

$$\tilde{a}_{24} = (2.315, 2.252, 1.289)^q = (1.289, 2.252, 2.315)$$

$$\tilde{a}_{31} = (0.413, 0.404, 0.401)^q = (0.401, 0.404, 0.413)$$

$$\tilde{a}_{32} = (0.236, 0.236, 0.268)^q = (0.236, 0.236, 0.268)$$

$$\tilde{a}_{33} = (1, 1, 1)^q = (1, 1, 1)$$

$$\tilde{a}_{34} = (0.546, 0.532, 0.345)^q = (0.345, 0.532, 0.546)$$

$$\tilde{a}_{41} = (0.755, 0.76, 1.162)^q = (0.755, 0.76, 1.162)$$

$$\tilde{a}_{42} = (0.432, 0.444, 0.776)^q = (0.432, 0.444, 0.776)$$

$$\tilde{a}_{43} = (1.831, 1.881, 2.896)^q = (1.831, 1.881, 2.896)$$

$$\tilde{a}_{44} = (1, 1, 1)^q = (1, 1, 1)$$

$$\tilde{O} = \begin{bmatrix} (1, 1, 1) & (0.572, 0.584, 0.668) & (2.424, 2.475, 2.493) & ... \\ (1.497, 1.712, 1.748) & (1, 1, 1) & (3.731, 4.237, 4.237) & ... \\ (0.401, 0.404, 0.413) & (0.236, 0.236, 0.268) & (1, 1, 1) & ... \\ (0.755, 0.76, 1.162) & (0.432, 0.444, 0.776) & (1.831, 1.881, 2.896) & ... \\ ... & (0.861, 1.315, 1.324) & & \\ ... & (1.289, 2.252, 2.315) & & \\ ... & (0.345, 0.532, 0.546) & & \\ ... & (1, 1, 1) & & \end{bmatrix}$$

$$\widetilde{td} = \begin{bmatrix} (1, 1, 1) & (\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2}) & (2, 3, 3) & (\frac{1}{3}, 2, 2) \\ (2, 2, 2) & (1, 1, 1) & (3, 3, 4) & (\frac{1}{2}, 2, 3) \\ (\frac{1}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{2}) & (\frac{1}{4}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3}) & (1, 1, 1) & (\frac{1}{4}, \frac{5}{12}, \frac{1}{2}) \\ (\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 3) & (\frac{1}{3}, \frac{1}{2}, 2) & (2, \frac{5}{2}, 4) & (1, 1, 1) \end{bmatrix}$$

$$\tilde{S}_{ij} = \frac{|\tilde{O}_{ij} - \widetilde{td}_{ij}|}{\tilde{O}_{ij}}, i = 1, \dots, n \quad j = 1, \dots, n.$$

$$\tilde{S}_{ij} = \begin{bmatrix} (1, 1, 1) & (0.572, 0.584, 0.668) & (2.424, 2.475, 2.493) & \dots \\ (1.497, 1.712, 1.748) & (1, 1, 1) & (3.731, 4.237, 4.237) & \dots \\ (0.401, 0.404, 0.413) & (0.236, 0.236, 0.268) & (1, 1, 1) & \dots \\ (0.755, 0.76, 1.162) & (0.432, 0.444, 0.776) & (1.831, 1.881, 2.896) & \dots \\ \dots & (0.861, 1.315, 1.324) & & \\ \dots & (1.289, 2.252, 2.315) & & \\ \dots & (0.345, 0.532, 0.546) & & \\ \dots & (1, 1, 1) & & \end{bmatrix}$$

$$\tilde{S}_{toplam} = (3.221, 3.049, 5.522)$$

$$YYBT = \frac{\tilde{S}_{toplam}}{[(skala)x(n^2 - n)]}$$

$n = 4$ ise;

$$YYBT = \frac{(3.221, 3.049, 5.522)}{9 \times 12} = (0.03, 0.028, 0.051)$$

10.12. GRUPLANDIRILMIŞ SONUÇLAR

10.12.1. Kriter Ağırlıkları

Tablo 116: Ana Kriter Sonuçları

	AHP Ort.	GA	GA+ LW	YYB	YYB+ YD	YY Ort.
k	0.29	0.29	0.246	(0.376,0.317,0.262)	0.316	0.305
f	0.225	0.24	0.208	(0.232,0.2,0.226)	0.208	0.23
tes	0.189	0.21	0.187	(0.19,0.202,0.191)	0.197	0.195
tk	0.06	0.04	0.092	(0.05,0.058,0.049)	0.053	0.05
h	0.076	0.07	0.106	(0.068,0.075,0.11)	0.082	0.067
e	0.142	0.15	0.145	(0.068,0.133,0.141)	0.126	0.138
tid	0.019	0	0.016	(0.016,0.016,0.02)	0.018	0.016

Tablo 117: Kalite Sonuçları

	AHP Ort.	GA	GA+LW	YYB	YYB+YD	YY Ort.
k1	0.516	0.79	0.496	(0.608,0.545,0.472)	0.54	0.527
k2	0.149	0	0.145	(0.122,0.139,0.164)	0.143	0.146
k3	0.188	0.17	0.195	(0.163,0.177,0.213)	0.181	0.185
k4	0.147	0.04	0.164	(0.107,0.139,0.15)	0.136	0.141

Tablo 118: Fiyat Sonuçları

	AHP Ort.	GA	GA+LW	YYB	YYB+YD	YY Ort.
f1	0.648	1	0.61	(0.677,0.673,0.645)	0.667	0.658
f2	0.099	0	0.1	(0.089,0.089,0.103)	0.092	0.096
f3	0.254	0	0.29	(0.234,0.238,0.252)	0.241	0.246

Tablo 119: Teslimat Sonuçları

	AHP Ort.	GA	GA+LW	YYB	YYB+YD	YY Ort.
tes1	0.253	0.27	0.247	(0.279,0.246,0.214)	0.245	0.245
tes2	0.301	0.294	0.305	(0.291,0.295,0.321)	0.298	0.304
tes3	0.301	0.294	0.305	(0.291,0.295,0.321)	0.298	0.304
tes4	0.146	0.142	0.143	(0.139,0.164,0.143)	0.159	0.149

Tablo 120: Teknik Kapasite Sonuçları

	AHP Ort.	GA	GA+LW	YYB	YYB+YD	YY Ort.
tk1	0.41	0.415	0.405	(0.437,0.435,0.389)	(0.429)	0.411
tk2	0.418	0.415	0.433	(0.437,0.435,0.417)	(0.434)	0.418
tk3	0.171	0.17	0.162	(0.126,0.131,0.195)	(0.137)	0.171

Tablo 121: Hizmet Sonuçları

	AHP Ort.	GA	GA+LW	YYB	YYB+YD	YY Ort.
h1	0.151	0	0.18	(0.264,0.186,0.17)	0.188	0.142
h2	0.084	0	0.08	(0.128,0.09,0.085)	0.092	0.078
h3	0.432	0.56	0.4	(0.321,0.405,0.399)	0.402	0.438
h4	0.334	0.44	0.34	(0.288,0.318,0.346)	0.318	0.342

Tablo 122: Esneklik Sonuçları

	AHP Ort.	GA	GA+LW	YYB	YYB+YD	YY Ort.
e1	0.425	0.53	0.422	(0.481,0.41,0.377)	0.411	0.429
e2	0.146	0	0.162	(0.135,0.126,0.139)	0.13	0.142
e3	0.354	0.47	0.344	(0.137,0.398,0.411)	0.392	0.356
e4	0.076	0	0.072	(0.067,0.066,0.074)	0.067	0.074

Tablo 123: Tedarikçi İşletme Değerleri Sonuçları

	AHP Ort.	GA	GA+LW	YYB	YYB+YD	YY Ort.
tid1	0.255	0.31	0.258	(0.255,0.258,0.246)	0.258	0.253
tid2	0.392	0.39	0.368	(0.446,0.442,0.369)	0.433	0.402
tid3	0.099	0	0.092	(0.105,0.104,0.099)	0.106	0.098
tid4	0.254	0.3	0.282	(0.193,0.196,0.286)	0.203	0.248

10.12.2. Tedarikçi Değerlendirmeleri Sonuçları

Tablo 124: Kalite Değerlendirmeleri

k	AHP Ort.	GA	GA+LW	YYB	YYB+YD	YY Ort.
ted1	0.32	0.317	0.32	(0.319,0.32,0.32)	0.320	0.32
ted2	0.35	0.334	0.35	(0.344,0.348,0.353)	0.349	0.349
ted3	0.33	0.349	0.33	(0.337,0.332,0.327)	0.332	0.331

Tablo 125: Fiyat Değerlendirmeleri

f	AHP Ort.	GA	GA+LW	YYB	YYB+YD	YY Ort.
ted1	0.322	0.348	0.32	(0.323,0.326,0.325)	0.326	0.326
ted2	0.349	0.348	0.35	(0.358,0.349,0.349)	0.349	0.349
ted3	0.326	0.304	0.33	(0.32,0.325,0.326)	0.325	0.325

Tablo 126: Teslimat Değerlendirmeleri

tes	AHP Ort.	GA	GA+LW	YYB	YYB+YD	YY Ort.
ted1	0.329	0.329	0.329	(0.329,0.319,0.33)	0.328	0.329
ted2	0.334	0.335	0.333	(0.335,0.338,0.331)	0.333	0.333
ted3	0.337	0.336	0.338	(0.336,0.344,0.339)	0.339	0.338

Tablo 127: Teknik Kapasite Değerlendirmeleri

tk	AHP Ort.	GA	GA+LW	YYB	YYB+YD	YY Ort.
ted1	0.314	0.314	0.313	(0.311,0.354,0.314)	0.312	0.314
ted2	0.372	0. 372	0.373	(0.378,0.354,0.37)	0.376	0.372
ted3	0.314	0. 314	0.314	(0.311,0.293,0.316)	0.312	0.314

Tablo 128: Hizmet Değerlendirmeleri

h	AHP Ort.	GA	GA+LW	YYB	YYB+YD	YY Ort.
ted1	0.304	0.30	0.304	(0.331,0.304,0.304)	0.304	0.304
ted2	0.389	0.39	0.39	(0.334,0.389,0.389)	0.389	0.389
ted3	0.308	0.31	0.307	(0.335,0.308,0.307)	0.308	0.308

Tablo 129: Esneklik Değerlendirmeleri

e	AHP Ort.	GA	GA+LW	YYB	YYB+YD	YY Ort.
ted1	0.338	0.333	0.34	(0.337,0.337,0.338)	0.337	0.338
ted2	0.353	0.354	0.35	(0.351,0.355,0.356)	0.355	0.353
ted3	0.309	0.313	0.31	(0.311,0.308,0.307)	0.308	0.309

Tablo 130: Tedarikçi İşletme Değerleri Değerlendirmeleri

tid	AHP Ort.	GA	GA+LW	YYB	YYB+YD	YY Ort.
ted1	0.287	0.29	0.29	(0.287,0.287,0.287)	0.287	0.287
ted2	0.39	0.39	0.39	(0.389,0.389,0.391)	0.389	0.39
ted3	0.323	0.32	0.32	(0.325,0.325,0.322)	0.324	0.323

Tablo 131: Genel Performans Değerlendirmeleri

p	AHP Ort.	GA	GA+LW	YYB	YYB+YD	YY Ort.
ted1	0.323	0.328	0.322	(0.323,0.324,0.323)	0.323	0.324
ted2	0.352	0.344	0.354	(0.348,0.352,0.354)	0.352	0.351
ted3	0.325	0.328	0.324	(0.329,0.326,0.323)	0.326	0.325

10.12.3. Tutarlılık Sonuçları

Tablo 132: Tutarlılık Sonuçları (AHP ve YY)

Karar Verici/İkili karşılaştırma (Tutarlılık)	Ana kriterler	k	f	tes	tk	h	e	tid
Karar verici 1 (AHP)	0.054	0.017	0.056	0	0	0.066	0.08	0.032
Karar verici 1 (YYT)	0.131	0.016	0.026	0	0	0.036	0.012	0.029
Karar verici 2 (AHP)	0.048	0.068	0.04	0.08	0.01	0.079	0.016	0.026
Karar verici 2 (YYT)	0.033	0.038	0.022	0	0.01	0.048	0.017	0.024
Karar verici 3 (AHP)	0.076	0.012	0.089	0	0.06	0.057	0.031	0.026
Karar verici 3 (YYT)	0.046	0.016	0.033	0	0.08	0.032	0.023	0.024
Karar verici 4 (AHP)	0.06	0.08	0.04	0.022	0.01	0.057	0.08	0.01
Karar verici 4 (YYT)	0.038	0.012	0.022	0.02	0.011	0.032	0.012	0.014

Tablo 133: Tutarlılık Sonuçları

	Ana kriterler	k	f	tes	tk	h	e	tid
AHP Ort	0.06	0.044	0.056	0.026	0.02	0.065	0.052	0.03
LW	0.16	0.11	0.07	0.098	0.2	0.1	0.05	0.1
YT	0.045	0.027	0.083	0.0066	0.006	0.169	0.022	0.07
YYT Ort	0.062	0.02	0.075	0.005	0.007	0.037	0.016	0.023

Tablo 134: YYBT Sonuçları

	YYBT
Ana kriterler	(0.045,0.04,0.065)
k	(0.042,0.023,0.059)
f	(0.027,0.023,0.031)
tes	(0.029,0.018,0.05)
tk	(0.029,0.003,0.043)
h	(0.058,0.028,0.055)
e	(0.018,0.019,0.022)
tid	(0.03,0.028,0.051)

10.12.4. Gruplandırılmış Sonuçların Genel Analizi

Elde edilen sonuçlar ile ana kriterler ikili karşılaştırmaları üzerine yapılan işlemler sonucunda ağırlıklara göre sıralama değişmemiştir, fakat ağırlıklar üzerinde farklılıklar görülmektedir. Ayrıca genişletilmiş analiz yöntemi sonuçlarında tedarikçi işletme değerleri ana kriter ağırlığının 0 elde edilmesi istenmeyen bir durum olarak karşımıza çıkmıştır.

Kalite alt kriterleri ikili karşılaştırmaları üzerine yapılan işlemler sonucunda sıralamalarda farklılıklar oluşmuştur. Genişletilmiş analiz yöntemi sonucunda düşük ağırlıklı kriter olmamasına rağmen k2 alt kriteri ağırlığı 0 elde edilmiştir. Genişletilmiş analiz yönteminin Liou ve Wang yöntemi ile uygulamasında da k4 alt kriteri k2 alt kriteri ağırlığından yüksek çıkmış ve istenen sıralama elde

edilememiştir. Ham veriler üzerinden değerlendirme yapılır ise açık bir şekilde k2 kriterinin k4 kriterinden daha yüksek ağırlık almış olması gerektiği görülebilir. Diğer uygulama yöntemlerinde benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Fiyat alt kriterleri ikili karşılaştırmaları üzerine yapılan işlemler sonucunda genişletilmiş analiz yöntemi f2 ve f3 alt kriter ağırlıkları 0 elde edilmiştir. Yani fiyat ana kriteri sadece f1 alt kriterine bağlı olduğu sonucuna varılmıştır. Diğer yöntemler yaklaşık değerler elde etmiştir.

Teslimat alt kriterleri ikili karşılaştırmaları üzerine yapılan işlemler ile tüm yöntemler aynı sıralama bulunmuştur.

Teknik kapasite alt kriterleri ikili karşılaştırmaları üzerine yapılan işlemler sonucunda genişletilmiş analiz yöntemi tk1 ve tk2 için aynı oranlara ulaşırken diğer yöntemler ortak sıralamayı değiştirmeyen ağırlıklar elde etmiştir.

Hizmet alt kriterleri ikili karşılaştırmaları üzerine yapılan işlemlerde genişletilmiş analiz yöntemi ile h1 ve h2 ağırlıkları 0 elde edilmiş ve sıralama farklı olmuştur. Diğer uygulamaların sonuçları baz alındığında aynı sıralama elde edilmiştir.

Esneklik alt kriterleri ikili karşılaştırmaları üzerine yapılan işlemler sonucunda genişletilmiş analiz yöntemi ile e2 ve e4 alt kriter ağırlıkları 0 elde edilmiş ve sıralama değişmiştir. Diğer uygulamaların sonuçları baz alındığında aynı sıralama elde edilmiştir.

Tedarikçi işletme değerleri alt kriterleri ikili karşılaştırmaları üzerine yapılan işlemlerde genişletilmiş analiz yöntemi ile 0 elde edilmiş ağırlık tid3 alt kriteridir.. Diğer uygulamaların sonuçları baz alındığında aynı sıralama elde edilmiştir.

Tedarikçiler üzerinde kalite, teslimat, teknik kapasite, hizmet, esneklik, tedarikçi işletme değerleri ve genel performans değerlendirmelerinde yöntem uygulamaları sonuçları sıralamayı değiştirmeyen sonuçlar vermektedir. Fiyat değerlendirmelerinde farklı olarak genişletilmiş analiz yönteminde ted1 ve ted2 ağırlıkları eşit oranda bulunmuştur.

Tutarlılık değerlendirmelerinde her bir karar verici üzerinde ayrı ayrı yapılan AHP sonuçlarına göre tutarlılık sınırı aşılmadığı görülmüştür. Genişletilmiş analiz yöntemi üzerine Liou ve Wang yöntemi uygulamasında ana kriterler, kalite, teknik kapasite tutarlılık sınırlarını aşmış görünmektedir. Hizmet ve tedarikçi işletme

değerleri alt kriterleri ikili karşılaştırmaları da 0.1 tutarlılık değeri elde edilerek tutarsız olarak tespit edilmiştir. Önerilen tutarlılık hesaplama yöntem sonucunda da hizmet en tutarsız ikili karşılaştırma verisi olarak elde edilmiştir. Ayrıca yeni yöntemin bulanık uygulaması doğrultusunda önerilen diğer yeni bulanık tutarlılık yöntemi sonucu ile de herhangi bir tutarlılık sınırı aşılması durumu gözlenmemektedir. Son olarak yeni yöntemin bulanık olmayan yapı üzerinde yani tek tek her bir karar verici verileri üzerinde yapılan işlemlerde sadece karar verici 1 ikili karşılaştırmalarından ana kriterler kısmında tutarlılığın sınırı aşılmış olarak görülmekte ve matris içeriğine bakıldığında da bu durumun AHP ölçümünde tutarlı olarak elde edilmesine rağmen tutarsız olarak elde edilmesi daha uygun görülebilir. Diğer sonuçlar arasında oluşan farklılıklar da dikkate alınarak incelenerek en uygun yöntemi seçebilmemiz konusunda yeni yapılacak uygulamalara yol gösterici bir çalışma olmuştur. Bütün karar vericilerin verileri üzerinde tutarlılık değerlerinin AHP ortalaması ve yeni bulanık yöntem ortalaması arasında yorumlamaya doğrudan etki edebilecek farklı sonuçlar elde edilmemiştir.

SONUÇ

İşletmeler, amaç ve yapıları gereği maliyetlerini azaltma yönelimi içerisinde hareket eder. İşletmeler her zaman varlıklarını sürdürebilmek ve rekabet gücünü arttırmak amacındadır. Bu amaçlar doğrultusunda koşulların da yönlendirmesi ile hammaddeden son müşteriye kadar olan işlemlerin birbirleri ile daha çok iletişim içerisine girerek ortak amaçlara sahip işletmeler ortak hareket etme yoluna gittiler. Bu birleşim tedarik zinciri kavramını ortaya çıkardı. Tedarik zinciri bu nedenle yüksek rekabet ortamında ayakta kalabilmek ve büyüebilmek için ana fonksiyonlardan biri olarak görülmektedir. Tedarik zincirinin bütüncül verimliliğinin sağlanması zincire ait her bir halka üzerinde olumlu etkiler sağlayacaktır. Tedarik zincirinin verimli olması da etkin bir tedarik zinciri yönetimine bağlıdır. Etkin tedarik zinciri yönetimi ile maliyetler azalacak, müşteri tatmini artacak, hatalar azalacak, stoklar azalacak ve bunun gibi bir çok rekabet avantajı sağlayacaktır. Bu nedenle konu içerisinde ilk bölümde tedarik zinciri ve ikinci bölümde tedarik zinciri yönetimi konuları hakkında bilgiler verilmeye çalışılmıştır.

Tedarik zinciri içerisinde zinciri oluşturan her bir işletme arasında rekabet, ürün özellikleri, hizmet özellikleri, endüstri yapısı ve özellikleri gibi birçok etmene bağlı olarak ilişkiler kurulmaktadır. Bu ilişkiler içerisinde ilk ve doğrudan etkileşimli yol satın alma ve tedarik faaliyetleridir. Satın alma faaliyetlerinde; doğru ürün, doğru yer, doğru zaman, doğru fiyat, doğru kalite, doğru miktar amaçlanmaktadır. Tedarik ise geniş kapsamlı ve uzun dönemli olarak, daha farklı ihtiyaç ve beklentilere karşılık veren bir kavram olarak karşımıza çıkmaktadır. İşletmeler de, faaliyetleri için hammaddeleri doğru kaynaktan, doğru zamanda, düşük maliyetlerle beklenen özelliklerde tedarik edebilmesi gerekmektedir. Bu nedenle zincir ilişkilerinden bir tanesi olan tedarikçi ilişkileri, tedarik zincirinin bütünü etkileyen önemli unsurlardan biridir. Tedarik zincirinin bütünü etkin bir şekilde kurulacak tedarikçi ilişkileri ile daha güçlü bir yapıya sahip olacaktır. Bu nedenle üçüncü bölüm içerisinde satın alma, tedarik ve tedarikçi ilişkileri konuları açıklanmaya çalışılmıştır.

Tedarik zinciri içerisinde tedarikçi ilişkileri önemli bir yer tutmaktadır. Tedarik zincirinin performansı da tedarikçi ilişkilerinden ve dolayısıyla tedarikçilerin gösterdikleri performanslardan etkilenmektedir. Özellikle son ürün maliyeti ve

kalitesi üzerinde tedarikçilerin tesir derecesi büyüktür. Tedarikçi performans değerlendirme içerisinde performans değerlendirme kavramı geçmektedir. Performans ölçme, değerlendirme, önemi gibi performans kavramları; tedarikçi performans ölçümü için de geçerlidir. Performans değerlendirme gibi tedarikçi performans değerlendirme eylemi de doğru şekilde ve düzenli olarak uygulanması, elde edilen sonuçların doğru şekilde yorumlanması gerekmektedir. Değerlendirme işlemi sonucunda da doğru kararlar verilerek, varsa yapılması gereken tedarikçi sorunları üzerine düzeltici faaliyetler veya uygun görülürse tedarikçi değişiklik kararları alınabilir ya da varolan tedarikçilerin durumunun yeterli olduğu sonucuna vararak ilişkileri olumlu yönde sürdürülebilir.

Tedarikçi performans değerlendirme sonuçları üzerinden yorumlar yapılarak, yeni kararlar alınabilir. Karar teorisi varılan yargıları konu almaktadır. Yapısı gereği tedarikçi performans değerlendirme probleminde tedarikçiler hakkında yargılara varmak amaçlanır. Uygulama içerisinde de tedarikçi performans değerlendirme problemi için karar analizi yöntemleri içerisinde çok kriterli karar verme yöntemi uygulanmıştır.

Karar verme problemlerinin subjektif veriler içerdiği durumlarda çok kriterli karar verme yöntemlerini kullanmak sonuca ulaşmada kolaylık sağlamaktadır. Ayrıca elde edilen veriler belirsiz ve değişken özellikte olması da tedarikçiler hakkında kararlar vermede karmaşıklık meydana getirmektedir. Karar vermede bulanık mantık kullanımı ile bu değişkenlik ve belirsizlikleri daha iyi temsil edilmesi ile karmaşıklık azaltılabilmektedir.

Tedarikçi değerlendirme problemi ele alındığında ilk olarak hiyerarşik yapı kurulmaktadır. Bu yapı içerisinde ana kriterler ve alt kriterler belirlenmiştir. Yedi ana kriter ve 26 alt kriter belirlenmiştir. İşletme içerisinde konuyla ilgili yetkili dört adet karar verici tarafından kriterlerin ikili karşılaştırmaları yapılmıştır. Değerlendirmeler üç tedarikçi üzerinde uygulanmıştır.

AHP ve Bulanık AHP uygulamalarda çok yaygın olarak tercih edilen yöntemler içerisinde yer almaktadır. AHP uygulaması her bir karar verici üzerinden gerçekleştirilmiştir. AHP uygulamasına göre tutarlılık kontrolü yapılmış ve tutarlı olduğu görülmüştür. AHP uygulamaları sonuçlarının ortalamaları da alınmıştır. Bulanık AHP uygulaması farklı yöntemlerle gerçekleştirilebilmektedir. Bulanık AHP

uygulamaları içerisinde en yaygın kullanılanı genişletilmiş analiz yöntemidir. Uygulamada da çok tercih edilen bu yöntemler seçilerek karşılaştırmalar yapılması sağlanmıştır. Ayrıca genişletilmiş analiz yöntemi içerisinde başka çalışmalarda da uygulandığı gibi daha doğru sonuçlar elde edildiği kanısına varılarak Liou ve Wang yöntemi kullanılarak kriter ağırlıkları elde edilmiş ve performans değerlendirmeleri gerçekleştirilmiştir. Son olarak da yeni bir çok kriterli karar verme yöntemi, yeni durulaştırma yöntemi ve yeni tutarlılık ölçüm yöntemleri önerilmiştir ve uygulama yapılarak sonuçlar birleştirilmiştir.

Elde edilen gruplandırılmış sonuçlara göre genişletilmiş analiz yöntemi ile elde edilen 0 kriter ağırlıkları bulunmakta ve bu durumun meydana gelmesi eleştiri konusudur. Bunu yanında sıralamalarda genişletilmiş analiz yöntemi ile genişletilmiş analiz yönteminin Liou ve Wang birleşik uygulamasında farklı ve olmaması gereken farklı sonuçlar elde edilmiştir. Bunların dışında kalan AHP, yeni yöntem uygulamaları yaklaşık değerler ile aynı sıralamaya ulaşmıştır. Önerilen her bir yeni yöntem üzerinde dikkatle düşünülerek ve mantık çerçevesinin dışına çıkmayarak elde edilebilecek en iyi sonuçlara ulaşıldığı kanaatine varılmıştır. Diğer yöntemlere getirilen eleştirilere çözüm olabilecek önemli yöntemler tanıtılmıştır.

Tutarlılık değerlendirmelerinde her bir karar verici üzerinde ayrı ayrı yapılan AHP sonuçlarına göre tutarlılık sınırı aşılmadığı görülmüştür. Genişletilmiş analiz yöntemi üzerine Liou ve Wang yöntemi uygulamasında ana kriterler, kalite, teknik kapasite tutarlılık sınırlarını aşmış görünmektedir. Hizmet ve tedarikçi işletme değerleri alt kriterleri ikili karşılaştırmaları da 0.1 tutarlılık değeri elde edilerek tutarsız olarak tespit edilmiştir. Önerilen bağımsız tutarlılık yöntemi sonucunda da hizmet en tutarsız ikili karşılaştırma verisi olarak elde edilmiştir. Tek tek yapılan incelemeler tutarlı sonuç verdiği için bu durum verilerin tutarsız olduğunu göstermemekle beraber, bir seviyeye kadar genel tutarlılığı görebilmek açısından kullanılabilir. Sistemin bulanıklaştığı bir yapıda tutarlılık da bulanık hale geldiği görülmüştür. Bulanıklığa, verilerin çokluğuna, farklılığına, dağılımına bağlı olarak tutarlılık sonucunun geçerliliği de azalmaktadır. Yeni çok kriterli karar verme yöntemi üzerine önerilen diğer yeni tutarlılık yönteminin bulanık yapıya uygun sonuçları ile de tutarsızlıkların oluşmadığı tespit edilmektedir. Son olarak her bir karar verici verisi üzerinde yapılan yeni yöntem tutarlılık hesaplamalarında ise AHP

yönteminde farklı olarak karar verici 1 için ana kriterler ikili karşılaştırmaları için tutarlılık sınırının aşıldığı ve bu durumun ham veriler incelendiğinde anormal olmadığı, hatta AHP tutarlılık değerine göre daha uygun bir sonuç olduğu düşünülmüştür.

Uygulama sonlarında yeni yöntemler önerilmiştir. Bu yöntemlerden ilki bulanık yapıyı sonuna kadar devam ettirerek sonuçların da bu bulanık yapı üzerindeki üçgensel bulanık sayıları oluşturan her bir değer en düşük, olası ve en yüksek değer durumlarına göre ağırlık karşılıkları bulunarak daha geniş bir açıdan yorumlama yapabilmemizi sağlamaktadır. Son veri ağırlıkları sıralı üçlü şeklinde değildir, elde edilen değerlerde bulanık yapı değerlerine karşılık gelen sonuçlardır. Yeni yöntem tamamen mantıklı ve eldeki verilerden elde edilebilecek en iyi sonuçları verebilen bir yöntem olarak kabul edilebilir. Yeni yöntemin bulanık uygulamasında bulanık sayılar ile ilgili işlemlerde de benzerlerinden farklı kurallar başarıyla kullanılmış olup bu yönde bulanık sayılara olan bakış açısında da yeni değişimlere ışık tutmaktadır. AHP ve Bulanık AHP için yapılan kriterlerden bir tanesinin çıkarıldığı bazı durumlarda sıralamanın değişmesi gibi veya diğer konular ile ilgili eleştiriler yeni yöntem için geçerli olmayacaktır. Sonuç olarak satırları birbirine eş seviyeye getirmeden doğrudan toplama, ortalama alma gibi herhangi bir işlem uygulayan hangi yöntem olursa olsun tam doğru sonuç verememektedir. İkinci olarak yeni durulaştırma yöntemi önerilmiş olup, bu yöntemin gerçeğe en yakın yöntemlerden sayılması mümkündür. Çünkü iki boyutlu alan farkı ve bu alanın tek boyut karşılığı ile bulanık sayının muhtemel değeri kullanılmaktadır. Üçüncü bir öneri ise bu iki yöntemin entegre uygulamasıdır. Bunların yanında yeni yöntemin bulanık olmayan yapıdaki her bir karar verici için tek tek hesaplanarak uygulama içerisinde anlaşılması ve avantajlarının görülmesi sağlanmıştır. Uygulamada ayrıca tutarlılık ölçümü için de yeni yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden bir tanesinin ağırlık vektöründen bağımsız olması, işlem kolaylığı, tutarsızlığın lokasyonları hakkında fikir verebilmesi, RI gibi bir değer yardımı almadan, mantık çerçevesinde olması gibi avantajları bulunmaktadır. AHP ve benzeri tutarlılık ölçümlerinin işlem yükü gereğinden fazla olduğu ve matris boyutuna göre de vermesi gereken sonuçlar üzerinde RI değerine göre bağıllığı nedeniye değişiklikler meydana geldiği açıktır. Ayrıca karşılaştırma matrisinin denklem eşitliklerinden oluşan bir

yapı yerine oranlardan oluşan değerlerin oluşturduğu tablo bakış açısıyla değerlendirilmesi daha doğru olacağından en büyük özdeğer kavramı yeni önerilen yöntemlerde kullanılmamıştır. Yeni tutarlılık yöntemlerinde bu yönlerden kaynaklanan olumsuz durumlara karşı yenilikçi çözümler sunulmaktadır. Bulanık kabul edilen bir veri yapısında da tutarlılığı test etmek durulaştırma işlemleri ile dolaylı olarak gerçekleştirilmektedir. Diğer yeni tutarlılık yöntemi ise herhangi bir yöntem ile elde edilen ağırlık vektörü üzerinden tutarlılıkları hesaplamaktadır. Önerilen bulanık yöntem üzerine yeni tutarlılık önerisi ile beraber bulanık tutarlılık değerlendirme yapılmış olup, her bir bulanık sayı içeriği uygun şekilde değerlendirilerek, hangi bulanık sayıda ve bulanık sayının hangi içeriğinde ne kadar tutarsızlık olduğunu görebilme imkanı sağlamaktadır. Ayrıca bulanık olmayan yapıda da yeni yöntem uygulanarak tutarlılık testi yapılmış olup bu konuda önemli yol gösterici olabilecek sonuçlar elde edilmiştir. Önerilen tutarlılık yöntemleri içerisinde skala kontrolü yapılabilir olması da ayrı bir avantaj kabul edilebilir. Tutarlılıkların hesaplamalarının skala genişliğine bağlı bir hesaplama sağlanarak daha genel ve karşılaştırılabilir bir yapı elde edilmiştir.

Uygulama ile elde edilen sonuçlar yöntemler üzerinde çoğunlukla yakın sonuçlar vermiştir. Tüm verilerde tutarlılığın sağlandığı genel olarak onaylanan yöntem olan AHP bazında görülmüştür. (Yeni yöntemin karar verici 1 için bulanık olmayan yapı tutarlılık uygulamasında elde edilen tutarlılık sınırının aşılmış olması daha gerçekçi bir sonuç olarak ayrıca değerlendirilmelidir.) İşletme temel kriterler olarak önem sırasıyla özellikle kalite, fiyat, teslimat, esneklik kriterleri başta olmak üzere hizmet, teknik kapasite ve tedarikçi işletme değerleri üzerinden tedarikçilerini değerlendirmektedir. Kalite konusunda verdiği önem miktarına göre azalan sırada tedarikçi ürün kalitesi, iade ürünlerin yüzdesi, üretici kalite beklentisinin karşılanma düzeyi ve diğer unsurlar (etiketleme, işaret, uyarı, ambalajlama) olarak belirlenmiştir. Fiyatta, sırasıyla net fiyat düzeyi en fazla öneme sahip, onun ardından ödeme ve vade farkında uygunluk ve en düşük öncelik olarak da alım miktarına göre fiyat politikası görülmektedir. İşletme teslimat için önceliği doğru miktarda ve güvenilirliğe, daha sonra beklenen zamanda teslimatın yapılmasına, en son olarak da teslimatların belgelendirilmesi ve takibi konularına vermektedir. Teknik kapasite için teknik bilgi seviyesi en fazla önem verilen özellik iken araştırma geliştirme kabiliyetine ve bunda

daha az derecede teknik ekipman yeterliliğine önem vermektedir. Hizmet konusunda işletme ilgi ve şikayetlerinin dinlenilmesine çok önem vermekte, sorun çözme yeteği ve isteği olan tedarikçiler ile çalışmak istemektedir ve bunların yanında satış sonrası desteği, erişim ve iletişim kolaylığı daha sonra da taşıma hizmetleri ve garantisi konularına odaklanmaktadır. İşletme istenen miktarda ürünün tedarik edilebilmesine, acil ürün taleplerine karşılık verilebilmesine önemli bulurken daha sonra sunulan ürün seçeneğine ve en son ürün üzerinde istenen değişimleri karşılayabilme yeteneğine bağlı olarak tedarikçi esnekliği hakkında analiz yapmaktadır. İşletme, tedarikçi işletmesinin öncelikli olarak çevre, sağlık , güvenlik , sosyal sorumluluk politikalarına gösterilen özen düzeyinin ve yapılan gelişimlerin performansını incelemektedir. Tedarikçi işletmesinin deneyimi, altyapı seviyesi, finansal düzeyi, referans ve sertifikalar üzerine çalışmalar ve geliştirmeler konularında gösterilen gelişmelere de dikkat etmektedir. Bundan daha az önem derecesiyle tedarikçi işletmesinden müşteri ile ortak hareket edebilme ve bilgi paylaşımı performansına dikkat etmektedir. En düşük seviyede ise uzun dönemli-stratejik ve güvenilir işbirliği yapılabilirlik performansı üzerine gelişimlere önem vermektedir.

Uygulama yapılan işletmede tedarik zinciri yönetimi tedarikçi performans değerlendirmenin organizasyona ve işletmeye etkisi incelendiğinde; işletmenin tedarikçileri değerlendirirken kısa dönemli, anlık isteklerin karşılanabilmesinin daha önemli olduğu gözlemlenmektedir. Bunu yanında tedarikçilerden ilgili ve istekli olması istenilmektedir. Tedarikçilerin kalite değerlendirmelerinde üretici kalite beklentisini karşılama düzeyi, tedarikçi ürün kalitesi düzeyinden daha alt seviyede olması gereksiz maliyetlere neden olabileceğinden konu hakkında dikkatli olunması gerekebilir. İşletme, tedarikçilerini işletme değerleri performansı gelişimi üzerinden belirlemeyi en son seviyede değerlendirmektedir. İyi bir tedarikçi ilişkisi için daha stratejik, bilgi paylaşımlarının etkin, ortak uyumlu, güçlü politikalara, güçlü yapıya sahip olma gibi özelliklere ağırlık verilmesi faydalı olabilir.

KAYNAKÇA

Akal, Z. (2002). *İşletmelerde Performans Ölçüm ve Denetimi - Çok Yönlü Performans Göstergeleri*. Ankara: Milli Prodüktivite Merkezi.

Akkermans, H. B. (2003). The Impact of ERP on Supply Chain Management: Exploratory Findings from a European Delphi Study. *European Journal of Operational Research*, 146(1): 284-301.

Akman, G. ve Alkan, A. (2006). Tedarik Zinciri Yönetiminde Bulanık AHP Yöntemi Kullanılarak Tedarikçilerin Performansının Ölçülmesi: Otomotiv Yan Sanayinde Bir Uygulama. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 9(1): 24.

Altaş, İ. H. (1999). Bulanık Mantık : Bulanıklılık Kavramı. *Enerji, Elektrik, Elektromekanik*, 62(1): 80-85.

Artley, W. ve Stroh, S. (2001). *Establishing an Integrated Performance Measurement System: The Performance-Based Management Handbook..* California: Special Interest Group University of California.

Ateş, H. (2007). Kavramlar, Tartışmalar ve Genel Çerçeve. *Sağlık Sektöründe Performans Yönetimi- Türkiye Örneği* (ss. 1-20), Düzenleyen Hamza Ateş, Harun Kırılmaz, Sabahattin Aydın.

Beamon, B. M. (1998). Supply Chain Design and Analysis: Models and Methods. *International Journal of Production Economics*, University of Washington (Industrial Engineering), 55(3): 281-294

Belton, V. ve Gear, T. (1982). On a Shortcoming of Saaty' s Method of Analytic Hierarchies. *Omega*, 11(3): 226-230.

Benligiray, S. ve Geylan, R. (2004). *İnsan Kaynakları Yönetimi*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları.

Bowesox, D. (1969). *Readings in Physical Distribution Management: The Logistics of Marketing*. New York

Çalık, T. (2003). *Performans Yönetimi: Tanımlar, Kavramlar, İlkeler*. Ankara: Gündüz Eğitim ve Yayıncılık.

Çancı, M. ve Erdal, M. (2003). *Lojistik Yönetimi*. İstanbul: Utikad Yayınları.

Chaghooshi, A. J., Safari, H. ve Fathi, M. R. (2012). Integration of Fuzzy AHP and Fuzzy GTMA for Location Selection of Gas Pressure Reducing Stations: A Case Study. *Journal of Management Research*, 4(3): 152-169.

Cheng, A., Chen, C. ve Chen, C.-Y. (2008). A Fuzzy Multiple Criteria Comparison of Technology Forecasting Methods for Predicting the New Materials Development. *Tecnological Forecasting and Social Change* 75(1): 131-141.

Cheng, C. (1999). Evaluating Weapon Systems Using Ranking Fuzzy Numbers. *Fuzzy Sets and Systems* 107(1): 25-35.

Chin, K.-S. ve Pun, K.-F. (2003, May). Development of Knowledge-Based Self-Assessment System for Measuring Organizational Performance. *Expert Systems with Applications*, 24(4): 443-455.

Dickson, G. (1966). An Analysis of Vendor Selection Systems and Decisions. *Journal of Purchasing*, 2(1): 28-41.

Dunne, A. J. (2001). Supply Chain Management: Fad, Panacea or Opportunity? Agribusiness Perspective Papers. *Australian Agribusiness Journals - Online* , 48.

Ecer, F. (2006). Bulanık Ortamlarda Grup Kararı Vermeye Yardımcı Bir Yöntem: Fuzzy TOPSIS ve Bir Uygulama. *İşletme Fakültesi Dergisi*, 7(2): 77-96.

Elliott, B. (2012, June). The Seven Principles of Supply Chain Management. *Journal of Supply Chain Management*, 1(1): 15-31.

Enea, M. ve Piazza, T. (2004). Project Selection by Constrained Fuzzy AHP. *Fuzzy Optimization and Decision Making*, 3(1): 39–62.

Fawcett, S., Stanley, L. ve Smith, S. (1997). Developing A Logistics Capability to Improve the Performance of International Operations. *Journal of Business Logistics*, 18(2): 101–127.

Fawcett, S. E., Ellram, L. M. ve Ogden, J. A. (2007). *Supply Chain Management: from Vision to Implementation*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.

Felea, M. ve Albăstroiu, I. (2013). Defining the Concept of Supply Chain Management and It' s Relevance to Romanian Academics and Practitioners. *Amfiteatru Economic* 15(33): 74-88.

Ferreira, J., Leitao, J. ve Azevedo, S. (2007). Configuration of Logistics Activities Across Life-Cycle of the Firms and Performance: Proposal of a Conceptual Model. *Munich Personal RePEc Archive University of Beira Interior* 1(1): 1362.

Fox, M. S., Chionglo, J. F. ve Barbuceanu, M. (1993, December 7). The Integrated Supply Chain Management System. *The Integrated Supply Chain Management System* . Toronto, Canada: Department of Industrial Engineering, University of Toronto.

Handfield, R. B. ve Nicholas, E. (1999). *Introduction to Supply Chain Management*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.

Hines, T. (2004). *Supply Chain Strategies Customer-Driven and Customer-Focused*. Amsterdam: Linacre House Jordan Hill, Oxford, Elsevier, Butter World, Heinemann.

Ho, W., Xu, X. ve Dey, P. (2010). Multi-criteria Decision Making Approaches for Supplier Evaluation and Selection: A Literature Review. *European Journal of Operational Research*,(202): 16–24.

Houlihan, J. (1985). International Supply Chain Management. *Internatioanal Journal of Physical Distribution and Materials Management*, 15(1): 22-38.

Hugos, M. (2003). *Essentials of Supply Chain Management*. NJ: John Willey and Sons, Inc.

Işık, M. (2012). *İnsan Kaynakları Yönetimi ve Performans Değerlendirme Konusunda Ampirik Bir Çalışma*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş: T.C. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Ana Bilim Dalı.

Jain, J., G. S. Dangayach, G. A. ve Banerjee, S. (2010). Supply Chain Management: Literature Review and Some Issues. *Journal of Studies on Manufacturing* 1(1): 11-25.

Jain, R., Singh, A. ve Mishra, P. (2013). Prioritization of Supplier Selection Criteria: A Fuzzy-AHP Approach. *MIT International Journal of Mechanical Engineering*, 3(1): 34–42.

Javanbarg, M. B., Scawthorn, C., Kiyono, J. ve Shahbodaghkhan, B. (2012). Fuzzy AHP-Based Multicriteria Decision Making Systems Using Particle Swarm Optimization. *Expert Systems with Applications*, 39(1): 960–966.

Kağnıcıoğlu, C. H. (2007). *Tedarik Zinciri Yönetiminde Tedarikçi Seçimi*. Eskişehir: T.C. Anadolu Üniversitesi Yayınları.

Kahraman, C. (2008). *Fuzzy Multi-Criteria Decision Making*. New York - USA: Springer Optimizations and It' s Applications.

Kasnaklı, B. (2002). Stratejiler ile Performans Göstergelerinin Bütünlüğünü Sağlayan Bir Model: Dengeli Puan Kartı (Balanced Scorecard). *Verimlilik Dergisi*, 2(1): 131-152.

Kaynak, R. ve Aytekin, M. (2005). Makine Halı Sektöründe Satın Alma Davranışına Etki Eden Tedarikçi Performans Kriterleri. *V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu* (pp. 620-621). İstanbul: İstanbul Ticaret Üniversitesi, 25-27 Kasım 2005.

Kwong, C. ve Bai, H. (2003). Determining the Importance Weights for the Customer Requirements in QFD Using a Fuzzy AHP with an Extent Analysis Approach. *IIE Transactions* 35(1): 622.

Lee, A., Chen, W. ve Chang, C. (2006). A fuzzy AHP and BSC Approach for Evaluating Performance of IT Department in the Manufacturing Industry in Taiwan. *Expert Systems with Applications*, 3.

Limayem, F. ve Yannou, B. (2004). Generalization of the RCGM and LSLR Pairwise Comparison Methods. In F. Limayem ve B. Yannou, *Computers and Mathematics with Applications* (48) (3-4): 539-548.

Lummus, R. R. ve Vokurka, R. J. (1999). Defining Supply Chain Management: A Historical Perspective and Practical Guidelines. *Industrial Management and Data Systems*, 99(1): 11-17.

MEB Ulaştırma Hizmetleri. (2011). *Tedarik Zinciri Yönetimi - 840UH0013*. ANKARA: T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Ulaştırma Hizmetleri.

Öztürk, A., Ertuğrul, İ. ve Karakaşoğlu, N. (2008). Nakliye Firması Seçiminde Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS Yöntemlerinin Karşılaştırılması. *Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 25(2): 787.

P.Kotler ve Keller, K. (2006). *Marketing Management*. New Jersey: Prentice Hall.

Paksoy, T., Güleş, H. K. ve Altıparmak, F. (2003). Tedarik Zinciri Yönetiminde Dağıtım Ağlarının Tasarımı ve Eniyilenmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 4(2): 9.

Parahinski, C. ve Benton, W. (2004). Supplier Evaluations: Communication Strategies to Improve Supplier Performance. *Journal of Operations Management*, 22(1): 39-62.

Rabinovich, E., Windle, R., Dresner, M. ve Corsi, T. (1999). Outsourcing of Integrated Logistics Function: An Examination of Industry Practices. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 29(6): 353-373.

Ross, D. F. (2008). *The Intimate Supply Chain: Leveraging the Supply Chain to Manage the Customer Experience*. NW: CRC Pres Taylor and Francis Group.

Saaty, T. (1972). *An Eigenvalue Allocation Model for Prioritization and Plannig* Energy Managment and Policy Center. Universty of Pennsylvania .

Saaty, T. (1994). *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory*. Pittsburgh: RWS.

Saaty, T. (1990). How to make A Decision: The Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research*, 48(1): 9-26.

Saaty, T. L. (1986). Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process. *Management Science*, 32(7): 841-855.

Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. Pittsburg: RWS Publications.

Saaty, T. L. ve Niemira, M. P. (2006). A Framework for Making a Better Decision. *Research Review*, 13(1): 44-48.

Seçme, N. Y. ve Özdemir, A. İ. (2008). Bulanık Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile Çok Kriterli Stratejik Tedarikçi Seçimi: Türkiye Örneği. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 22(2): 178.

Şen, E. (2006). *KOBİ'lerin Uluslararası Rekabet Güçlerini Artırmada Tedarik Zinciri Yönetiminin Önemi*. Ankara: T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi.

Sevklı, M., Koh, S. L., Zaim, S., Demirbag, M. ve Tatoglu, E. (2008). Hybrid Analytical Hierarchy Process Model for Supplier Selection. *Industrial Management and Data Systems*, 108(1): 122-142.

Shukla, R. K., Garg, D. ve Agarwal, A. (2011). Understanding of Supply Chain: A Literature Review. *International Journal of Engineering Science and Technology (IJEST)*, 3(3): 2059-2072.

Tan, K. C. (2001). A Framework of Supply Chain Management Literature. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 7(1): 39-48.

Tanyaş, M. (2010). *Kümeler İçin Tedarik Zinciri Yönetimi Kılavuzu*. Ankara, Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti: T.C. Ekonomi Bakanlığı İhracat Genel Müdürlüğü.

Taskin, E. ve Durmaz, Y. (2010). The Role of Service Quality of the Logistics Activities in Creating Customer Value and a Research on the Institutional Customers of Yurtici Cargo. *European Journal of Economics, Finance and Administrative Sciences*, 23(1): 170–178.

Türk Dil Kurumu, http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_gts&arama=gts&guid=TDK.GTS.5348f7238f2df7.24111999, (12.06.2014)

Tengilimoğlu, D. O. (2012). *Sağlık İşletmeleri Yönetimi* Ankara: Nobel Yayınları.

Teigen, R. (1997). *Information Flow in a Supply Chain Management System*. Toronto: Department of Industrial Economics and Technology Management.

Timur, M. N., Başkol, M., Çekerol, G. S. ve Suvacı, B. (2013). *Tedarik Zinciri Yönetimi*. Eskişehir: T.C. Anadolu Üniversitesi.

Walker, W. C. (2005). *Supply Chain Architecture*. USA: Crc Press.

Wang, Y., Luo, M. Y. ve Hua, Z. (2008). on the Extend Analysis Method for Fuzzy AHP and It' s Applications. *European Journal of Operational Research*, 186(2): 735-747.

Waters, D. (2003). *Logistics: An Introduction to Supply Chain Management*. Gordonsville: Palgrave Macmillan.

Weber, C., Current, J. ve Benton, W. (1991). Vendor Selection Criteria and Methods. *European Journal of Operational Research*, 50(1): 2-18.

Wisner, J., Tan, K. ve Leong, G. (2012). *Principles of Supply Chain Management: A Balanced Approach*. OH-USA: South-Western, Mason.

Yu, Z., Yan, H. ve Cheng, T. (2001). Benefits of Information Sharing with Supply Chain Partnerships. *Industrial Management and Data Systems*, 101(3): 114 -115.

Zadeh, L. (1965). Fuzzy Sets. *Information and Control* 8(1): 338-353.

Zadeh, L. (1972). A Fuzzy-Set-Theoretic Interpretation of Linguistic Hedges. *Journal of Cybernetics* 2(3): 4-34.

Zerenler, M. (2003). *Kriz Dönemlerinde İşletmelerde Üretim Süreci Esnekliğinin Şirketlerin Performans ve Yaşam Sürelerine Etkileri* .Yayınlanmamış Doktora Tezi. Konya: Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

EKLER

EK 1: Kriterlerin Tanımlanması

k-Kalite

k1- Tedarikçi ürün kalitesi

k2- Üretici kalite beklentisinin karşılanma düzeyi

k3- İade ürünlerin yüzdesi/Ürün kusur miktarı

k4- Ambalajlama kalitesi ve diğer unsurlar(Etiketleme, işaretler ,uyarı,..vs)

f-Fiyat

f1- Net-fiyat düzeyi

f2- Büyük alımlarda sağlanan indirimler-Küçük alımlarda fiyat değişimi olmaması

f3- Ödeme ve vade farkında uygunluk

tes-Teslimat

tes1- Zamanında teslimat

tes2- Güvenilir teslimat

tes3- Doğru miktarda teslimat

tes4- Teslimat takibi ve teslimat belgelendirilmesi

tk-Teknik Kapasite

tk1- Araştırma geliştirme kabiliyetini

tk2- Teknik bilgi seviyesini

tk3- Teknik ekipman yeterliliği

h-Hizmet

h1- Satış sonrası destek,erişim,iletişim kolaylığı

h2- Taşıma hizmetleri ve garantisi

h3- İlgi düzeyi ve şikayetlerin dinlenilmesi

h4- Sorun çözme isteği ve yeteneği

e-Esneklik

e1- İstenilen miktarda(çok az-çok fazla) ürün tedariği

e2- İstenilen çeşitlerde ürün seçeneği

e3- Acil ürün isteğine karşılık verebilme

e4- Ürün üzerinde istenilen değişimleri karşılayabilmesi

tid- Tedarikçi İşletme Değerleri

tid1-Çevre, sağlık ,güvenlik, sosyal sorumluluk politikalarına gösterilen özen düzeyi ve gelişimleri

tid2-Deneyim, altyapı, finansal düzey, referans ve sertifikalar üzerine çalışmalar ve geliştirmeler

tid3-Stratejik-uzun dönemli güvenilir işbirliği yapılabilirlik performansı ve gelişim gözlemlmeleri

tid4-Müşteri ortak hareket(Ortak ürün,hizmet..vs geliştirme) yeteneği ve bilgi paylaşım performansı

EK 2: İkili Karşılaştırmalar

Kriter seviye karşılaştırma kısaltmaları:

Karşılaştırmalar 1 den 9 a kadar olan sayılar ile yapılır.

1-Eşit derecede önemli

3-Biraz fazla önemli

5-Daha fazla önemli

7-Çok önemli

9-Kuvvetli derecede önemli

(2,4,6,8 ara dereceler kabul edilmektedir.)

Boşlukların doldurulması örneği:

" Fiyat kriteri Kalite kriterinden daha fazla önemlidir" in karşılığı:

___ f ___ kriteri ___ k ___ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ___ 5 ___'dir.

EŞİT önem durumunda önem seviyesi alanına 1 yazılması eşitliği belirtilmesi için yeterlidir.

"Kalite kriteri Fiyat kriteri eşit derecede önemlidir" in karşılığı:

___ kriteri ___ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ___ 1 ___'dir.

Ana Kriterlerin Karşılaştırmaları:

Kriterlerin kısaltmalarını kullanılacaktır.

k-f karşılaştırılması

___ kriteri ___ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ___ ' dir.

k-tes karşılaştırılması

___ kriteri ___ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ___ ' dir.

k-tk karşılaştırılması

___ kriteri ___ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ___ ' dir.

k-h karşılaştırılması

___ kriteri ___ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ___ ' dir.

k-e karşılaştırılması

___ kriteri ___ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ___ ' dir.

k-tid karşılaştırılması

___ kriteri ___ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ___ ' dir.

f-tes karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.
f-tk karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.
f-h karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.
f-e karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.
f-tid karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.
tes-tk karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.
tes-h karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.
tes-e karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.
tes-tid karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.
tk-h karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.
tk-e karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.
tk-tid karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.
h-e karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.
h-tid karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.
e-tid karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.
Alt Kriterlerin Karşılaştırmaları:

k1-k2 karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.

k1-k3 karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.

k1-k4 karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.

k2-k3 karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.

k2-k4 karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.

k3-k4 karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.

f1-f2 karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.

f1-f3 karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.

f2-f3 karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.

tes1-tes2 karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.

tes1-tes3 karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.

tes1-tes4 karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.

tes2-tes3 karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.

tes2-tes4 karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.

tes3-tes4 karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.

ts1- ts2 karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.

ts1- ts3 karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.

ts2- ts3 karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.

h1-h2 karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.

h1-h3 karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.

h1-h4 karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.

h2-h3 karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.

h2-h4 karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.

h3-h4 karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.

e1-e2 karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.

e1-e3 karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.

e1-e4 karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.

e2-e3 karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.

e2-e4 karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.

e3-e4 karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.

tid1- tid2 karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.

tid1- tid3 karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.

tid1- tid4 karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.

tid2- tid3 karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.

tid2- tid4 karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.

tid3- tid4 karşılaştırılması

_____ kriteri _____ kriterinden önemlidir.Önem seviyesi ____ ' dir.

EK 3: Tedarikçi Değerlendirmeleri

Değerlendirmeler;

Çok iyi = 9,

İyi = 7

Orta = 5,

Zayıf = 3,

Çok Zayıf = 1 ve 2,4,6,8 ara değerler olmak üzere 1-9 arasındaki sayılar ile derecelendirilecektir.

İşletme açısından önem arz eden ilk 3 tedarikçi üzerinden değerlendirme yapılmaktadır. Ek 1' de belirtilen kısaltmalar kullanılmıştır.

Tedarikçi 1: ted1

Tedarikçi 2: ted2

Tedarikçi 3: ted3 olarak kodlanacaktır.

Tedarikçiler ile alt kriter değerlendirmeleri tablolar üzerinde işlenecektir.

	k1	k2	k3	k4
ted1				
ted2				
ted3				

	f1	f2	f3
ted1			
ted2			
ted3			

	tes1	tes2	tes3	tes4
ted1				
ted2				
ted3				

	tk1	tk2	tk3
ted1			
ted2			
ted3			

	h1	h2	h3	h4
ted1				
ted2				
ted3				

	e1	e2	e3	e4
ted1				
ted2				
ted3				

	tid1	tid2	tid3	tid4
ted1				
ted2				
ted3				

AÇIKLAMALAR:

(Eklemek istedikleriniz varsa belirtiniz.)

Teşekkür ederiz.