

**TEDARİKÇİ KRİTERLERİNİN VE  
TEDARİKÇİNİN SEÇİMİNDE BÜTÜNLEŞİK  
BULANIK TOPSIS - BULANIK VZA  
YAKLAŞIMI**

**Seyedhadi ESLAMIAN SHIRAZ**

**Doktora Tezi  
Ekonometri Anabilim Dalı  
Yrd. Doç. Dr. Ümran ŞENGÜL**

**2014**

**Her Hakkı Saklıdır**

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
EKONOMETRİ ANABİLİM DALI**

**Seyedhadi ESLAMIAN SHIRAZ**

**TEDARİKÇİ KRİTERLERİNİN VE TEDARİKÇİNİN SEÇİMİNDE  
BÜTÜNLEŞİK BULANIK TOPSIS - BULANIK VZA YAKLAŞIMI**

**DOKTORA TEZİ**

**TEZ YÖNETİCİSİ  
Yrd. Doç. Dr. Ümran ŞENGÜL**

**ERZURUM – 2014**



T.C.  
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TEZ BEYAN FORMU

10.../02/2014

SOSYAL BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

BİLDİRİM

Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğine göre hazırlamış olduğum " **Tedarikçi Kriterlerinin ve Tedarikçinin Seçiminde Bütünleşik Bulanık TOPSIS- Bulanık VZA Yaklaşımı** " adlı tezin/raporun tamamen kendi çalışmam olduğunu ve her alıntıya kaynak gösterdiğimi taahhüt eder, tezimin/raporumun kağıt ve elektronik kopyalarının Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü arşivlerinde aşağıda belirttiğim koşullarda saklanmasına izin verdiğimi onaylarım:

Lisansüstü Eğitim-Öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim.

- Tezimin/Raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir.  
 Tezim/Raporum sadece Atatürk Üniversitesi yerleşkelerinden erişime açılabilir.  
 Tezimin/Raporumun ..... yıl süreyle erişime açılmasını istemiyorum. Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin/raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir.

10.02.2014  
[Tarih ve İmza]

[Seyedhadi ESLAMIAN SHIRAZ]



T.C.  
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



TEZ KABUL TUTANAĞI

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Yrd. Doç. Dr. Ümran ŞENGÜL danışmanlığında, Seyedhadi ESLAMIAN SHIRAZ tarafından hazırlanan bu çalışma 10 / 02 / 2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Ekonometri Anabilim Dalı'nda Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

**Başkan** : Prof. Dr. Şule ÖZKAN

İmza:.....*Şule ÖZKAN*.....

**Jüri Üyesi** :Prof. Dr. Erkan OKTAY

İmza:.....*Erkan OKTAY*.....

**Jüri Üyesi** :Yrd. Doç. Dr. Ümran ŞENGÜL

İmza:.....*Ümran ŞENGÜL*.....

**Jüri Üyesi** :Doç. Dr. Fehim BAKIRCI

İmza:.....*Fehim BAKIRCI*.....

**Jüri Üyesi** :Doç. Dr. Mehmet Suphi ÖZÇOMAK

İmza:.....*Mehmet Suphi ÖZÇOMAK*.....

Yukarıdaki imzalar adı geçen öğretim üyelerine aittir. .... / ..... / .....

Prof. Dr. Mustafa YILDIRIM  
Enstitü Müdürü

F-84/00/22.02.2012

**İÇİNDEKİLER**

<b>ÖZET .....</b>	<b>V</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>VI</b>
<b>KISALTMALAR DİZİNİ .....</b>	<b>VII</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ .....</b>	<b>IX</b>
<b>TABLolar DİZİNİ .....</b>	<b>X</b>
<b>ÖNSÖZ.....</b>	<b>XI</b>
<b>GİRİŞ .....</b>	<b>1</b>

**BİRİNCİ BÖLÜM****LİTERATÜR ARAŞTIRMASI**

<b>1.1. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI .....</b>	<b>3</b>
1.1.1. Tedarikçi Seçimi ve Çok Kriterli Karar Verme ile İlgili Literatür Araştırması..	3
1.1.2. Tedarikçi Seçimi ve Veri Zarflama Analizi ile İlgili Literatür Araştırması .....	9
1.1.3. Tedarikçi Seçimi, Çok Kriterli Karar Verme ve Veri Zarflama Analizi ile İlgili Literatür Araştırması.....	11

**İKİNCİ BÖLÜM****TEDARİK ZİNCİRİ**

<b>2.1. TEDARİK ZİNCİRİ KAVRAMI .....</b>	<b>14</b>
<b>2.2. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ.....</b>	<b>14</b>
<b>2.3. TEDARİKÇİ SEÇİMİ.....</b>	<b>16</b>
2.3.1. Tedarikçi Seçim Probleminde Uygulanan MCDM Teknikleri ve Kriter Seçimi	18

**ÜÇÜNCÜ BÖLÜM****BULANIK MANTIK**

<b>3.1. BULANIK MANTIĞIN TANIMI .....</b>	<b>26</b>
3.1.1. Bulanık Mantık .....	27
<b>3.2. BELİRSİZLİK .....</b>	<b>27</b>

<b>3.3. KLASİK KÜMELER .....</b>	<b>28</b>
<b>3.4. BULANIK KÜMELER .....</b>	<b>29</b>
3.4.1. Bulanık Kümelerin Gösterimi .....	30
3.4.2. $\alpha$ - Kesim Seviyesi .....	32
<b>3.5. BULANIK SAYILAR .....</b>	<b>32</b>
3.5.1. Üçgen Bulanık Sayı .....	33
3.5.2. Yamuk Bulanık Sayı .....	34
3.5.3. Bulanık Sayılarda Cebirsel İşlemler .....	35
<b>3.6. BULANIK DİLSEL DEĞİŞKENLER .....</b>	<b>35</b>

## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

### KARAR VERME

<b>4.1. KARAR VERME KAVRAMI .....</b>	<b>38</b>
<b>4.2. KARAR ANALİZİ .....</b>	<b>38</b>
<b>4.3. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME .....</b>	<b>40</b>
4.3.1. Çok Ölçütlü Karar Verme Teknikleri (MADM) .....	41
4.3.1.1. SAW .....	43
4.3.1.2. AHP .....	43
4.3.1.3. LINMAP .....	43
4.3.1.4. SMART .....	43
4.3.1.5. TOPSIS .....	44
4.3.1.6. ELECTRE .....	44
4.3.1.7. PROMETHEE .....	44
4.3.1.8. GRA .....	44
4.3.1.10. VIKOR .....	45
4.3.2. Çok Ölçütlü Karar Verme Tekniklerinin Özellikleri ve Uygulama Alanları .....	45
4.3.3. TOPSIS Yöntemi .....	47
4.3.4. Bulanık TOPSIS Yöntemi .....	48

**BEŞİNCİ BÖLÜM****BULANIK VERİ ZARFLAMA ANALİZİ**

<b>5.1. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ' NİN TANIMI .....</b>	<b>55</b>
<b>5.2. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNİN UYGULAMA AŞAMALARI .....</b>	<b>56</b>
5.2.1. Karar Verme Birimlerinin Seçilmesi .....	56
5.2.2. Girdi ve Çıktıların Seçilmesi .....	56
5.2.3. Görelî Etkinliğin Ölçülmesi .....	57
5.2.4. Karar Verme Birimleri için Detay Analizi.....	58
5.2.5. Sonuçların Değerlendirilmesi .....	58
<b>5.3. VZA'NIN GÜÇLÜ VE ZAYIF YÖNLERİ.....</b>	<b>58</b>
<b>5.4. VZA'NIN MATEMATİKSEL GÖSTERİMİ.....</b>	<b>60</b>
<b>5.5. TEMEL VZA MODELLERİ.....</b>	<b>61</b>
5.5.1. CCR Modeli .....	61
5.5.2. BCC Modeli .....	63
<b>5.7. BULANIK VERİ ZARFLAMA ANALİZİ YÖNTEMLERİ.....</b>	<b>64</b>
5.7.1. Sengupta Modeli .....	64
5.7.2. Despotis-Smirlis Modeli .....	65
5.7.3. Cook-Kress-Seiford Modeli .....	65
5.7.4. Cooper-Park-Yu Modeli .....	65
5.7.5. Kao-Liu Modeli .....	65
5.7.6. Tankaya- Gua Modeli .....	66
5.7.7. Saati-Memariani-Jahanshahloo Modeli .....	66
5.7.8. Saati-Memariani Modeli .....	66
5.7.9. Lertworasirikul-Fang-Joines-Nuttle Modeli .....	66
5.7.10. Leon-Liern-Ruiz-Sirvent Modeli .....	67
5.7.11. Zhu Modeli.....	67
5.7.12. Wang-Chin Modeli .....	67

## ALTINCI BÖLÜM

## UYGULAMA

<b>6.1. AMAÇ VE KAPSAM .....</b>	<b>74</b>
<b>6.2. VERİLER .....</b>	<b>75</b>
<b>6.3. BULANIK TOPSIS UYGULAMASI.....</b>	<b>76</b>
6.3.1. Bulanık TOPSIS Sonuçlarının Değerlendirilmesi .....	84
<b>6.4. BULANIK VZA UYGULAMASI.....</b>	<b>85</b>
6.4.1. Bulanık VZA Modelinin Kurulması .....	85
<b>SONUÇ VE DEĞERLENDİRME.....</b>	<b>100</b>
<b>KAYNAKÇA .....</b>	<b>106</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>120</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>127</b>



**ÖZET****DOKTORA TEZİ****TEDARİKÇİ KRİTERLERİNİN VE TEDARİKÇİNİN SEÇİMİNDE  
BÜTÜNLEŞİK BULANIK TOPSIS- BULANIK VZA YAKLAŞIMI****Seyedhadi ESLAMIAN SHIRAZ****Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Ümran ŞENGÜL****2014, 129 sayfa****Jüri: Yrd. Doç. Dr. Ümran ŞENGÜL (Danışman)****Prof. Dr. Erkan OKTAY****Prof. Dr. Şule ÖZKAN****Doç. Dr. Fehim BAKIRCI****Doç. Dr. Mehmet Suphi ÖZÇOMAK**

Günümüzün rekabetçi ekonomi koşullarında, işletmeler varlıklarını sürdürebilmek için yeni çözüm yolları aramaktadırlar. Tedarikçi seçimi konusu ise firmaların karşılaştığı temel sorunlar arasında ilk sıralarda yer almaktadır.

Bu tez çalışmasının amacı, çok sayıda tedarikçi seçim kriterini, firmalar ve kişilere göre değişebilen sözel ifadelerle değerlendirerek tedarikçi seçiminin nasıl yapıldığını belirlemektir. Verilerin kesin olmadığı durumlarda, sözel ifadeler bulanık mantık yardımıyla ifade edilebilmektedir. Çalışmada ilk olarak tedarikçi seçimi kriterleri sıralanmış ve firma için daha önemli olanları tespit etmek amacıyla çok kriterli karar verme tekniklerinden Bulanık TOPSIS yöntemi farklı bir bakış açısıyla kullanılmıştır. Daha sonra firmanın tedarikçi seçimi probleminin çözümü için, Bulanık TOPSIS yöntemine göre sıralanan kriterler baz alınarak, Bulanık VZA modelleri kurulmuştur. Tedarikçilerin performansını ölçmek amacıyla kurulan bu modeller Excel Solver'da çözümlenerek değerlendirilmiştir. Böylece tedarikçi kriterlerinin ve tedarikçilerin seçimi için yeni bir entegre yaklaşım sunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Tedarikçi Seçimi, Tedarikçi seçim kriterleri, Çok Kriterli Karar Verme, Bulanık TOPSIS, Bulanık VZA

**ABSTRACT****Ph. D. DISSERTATION****AN INTEGRATED FUZZY TOPSIS-FUZZY DEA APPROACH FOR  
SUPPLIER CRITERIA AND SUPPLIER SELECTION****Seyedhadi ESLAMIAN SHIRAZ****Advisor: Assist. Prof. Dr. Ümran ŞENGÜL****2014, Page: 129****Jury: Assist. Prof. Dr. Ümran ŞENGÜL (Advisor)****Prof. Dr. Erkan OKTAY****Prof. Dr. Şule ÖZKAN****Assoc. Prof. Dr. Fehim BAKIRCI****Assoc. Prof. Dr. Mehmet Suphi ÖZÇOMAK**

In today's competitive economic conditions, firms tend to seek new solutions to sustain their existence. Supplier selection problem is adopted as one of the most crucial issues that the firms frequently encounter.

The main objective of this thesis is to determine how a variety of supplier selection criteria are established by verbal expressions that can change with respect to both firms and individuals. When the relevant data are uncertain, these verbal expressions can be defined by fuzzy logic. In this study, supplier selection criteria were pre-emptively ranked and a fuzzy TOPSIS method was performed within a different perspective to determine the most important criteria for the corresponding firm. Subsequently, fuzzy DEA models were fitted based on the relevant criteria and these models were solved using Excel Solver to measure suppliers' performance. In this manner, a newly developed integrated approach of supplier criteria and supplier selection was proposed.

**Key Words:** Supplier selection, Supplier selection criteria, Multi-Criteria Decision Making, Fuzzy TOPSIS, Fuzzy DEA

**KISALTMALAR DİZİNİ**

DEA	:	Data Envelopment Analysis
VZA	:	Veri Zarflama Analizi
TOPSIS	:	Technique for Order Performance by Similarity to Ideal Solution
MCDM	:	Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri
MADM	:	Çok Ölçütlü Karar Verme Teknikleri
DMU	:	Karar Verme Birimi
$CC_i$	:	Yakınlık Katsayısı
FPIS	:	Bulanık Pozitif İdeal Çözüm
FNIS	:	Bulanık Negatif İdeal Çözüm
LP	:	Lineer Programlama
FNIS	:	Bulanık Negatif İdeal Çözüm
CCR	:	Charnes Cooper Rhodes
BCC	:	Banker Charnes Cooper
Max	:	Maksimum
Min	:	Minimum
FWO	:	Toplam Ağırlıklandırılmış Bulanık Çıktı
FWI	:	Toplam Ağırlıklandırılmış Bulanık Girdi
SAW	:	Simple Additive Weighted
ELECTRE	:	Elimination et Choice in Translating to Reality
AHP	:	Analytic Hierarchy Process
ANP	:	Analytic Network Process
VIKOR	:	VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje
SMART	:	Simple Multi-Attribute Rating Technique

## VIII

MRP	:	Material Requirements Planning
ERP	:	Enterprise Resource Planning
$\theta_j$	:	Etkinlik Değeri
$\theta_0^{best}$	:	İyimser Etkinlik Değeri
$\theta_0^{worst}$	:	Kötümser Etkinlik Değeri

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2. 1. Klasik Tedarik Zinciri Yönetimi .....	16
Şekil 3. 1. Klasik ve Bulanık Küme .....	31
Şekil 3. 2. Bulanık Kümede $\alpha$ - Kesim .....	32
Şekil 3. 3. Üçgen Üyelik Fonksiyonu .....	33
Şekil 3. 4. Yamuk Üyelik Fonksiyonu.....	34
Şekil 3. 5. Kriterler ve Tedarikçiler için Bulanık Sözel Değişkenler ve Sayıların Grafik Gösterimi .....	36
Şekil 4. 1. Karar Verme Süreci .....	40
Şekil 6. 1. Tezin Uygulama Aşamaları .....	75
Şekil 6. 2. Sözel Değişkenler için Bulanık Değerleri .....	77
Şekil 6. 3. Tedarikçi Seçim Kriterleri Bulanık TOPSIS Puanları.....	84
Şekil 6. 4. Tedarikçilerin Bulanık Ağırlıklı $\theta^{best}$ ve $\theta^{worst}$ Etkinlik Değerleri .....	93
Şekil 6. 5. Tedarikçilerin Bulanık Ağırlıklı Etkinlik Değerleri .....	93
Şekil 6. 6. Tedarikçilerin Kesin Ağırlıklı $\theta^{best}$ ve $\theta^{worst}$ Etkinlik Değerleri .....	96
Şekil 6. 7. Tedarikçilerin Kesin Ağırlıklı Etkinlik Değerleri .....	96
Şekil 6. 8. Bulanık ve Kesin Ağırlıklı $\theta^{best}$ Değerleri .....	97
Şekil 6. 9. Bulanık ve Kesin Ağırlıklı $\theta^{worst}$ Değerleri .....	97
Şekil 6. 10. Tedarikçilerin Kesin ve Bulanık Ağırlıklı Etkinlik Değerleri .....	99
Şekil 6. 11. Bulanık ve Kesin Ağırlıklı Modellere Göre Tedarikçilerin Sıralaması.....	99

**TABLolar DİZİNİ**

<b>Tablo 2. 1.</b> Tedarikçi Seçim Probleminde Uygulanan Modeller ve Yöntemler.....	19
<b>Tablo 2. 2.</b> Tedarikçi Seçim Probleminde Kullanılan Kriterler .....	21
<b>Tablo 4. 1.</b> Yakınlık Katsayılarının Sınıflandırılması .....	54
<b>Tablo 6. 1.</b> Alternatiflerin Değerlendirilmesinde Kullanılan Sözel Değerler ve Yamuk Bulanık Sayılar Olarak Karşılıkları .....	77
<b>Tablo 6. 2.</b> Tedarikçi Seçimi Kriterleri Karar Matrisi.....	78
<b>Tablo 6. 3.</b> Tedarikçi Seçimi Kriterleri Normelleştirilmiş Karar Matrisi .....	79
<b>Tablo 6. 4.</b> Alternatiflerin FPIS Değerlerinden Uzaklıkları .....	81
<b>Tablo 6. 5.</b> Alternatiflerin FNIS Değerlerinden Uzaklıkları .....	82
<b>Tablo 6. 6.</b> Bulanık TOPSIS Puanları ve Kabul Edilebilirlik Durumları.....	83
<b>Tablo 6. 7.</b> Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Model 2 İçin Veriler .....	90
<b>Tablo 6. 8.</b> Tedarikçilerin Bulanık Ağırlıklı Etkinlik Değerleri .....	92
<b>Tablo 6. 9.</b> Tedarikçilerin Kesin Ağırlıklı Etkinlik Değerleri.....	95
<b>Tablo 6. 10.</b> Bulanık Ağırlıklı ve Kesin Ağırlıklı Etkinlik Skorları .....	98

**ÖNSÖZ**

Bu tez çalışmasında katkılarıyla her türlü desteği sağlayan, değerli bilgileri ve önerileri ile yardımlarını esirgemeyen kıymetli ve saygı değer hocam Yrd. Doç. Dr. Ümran ŞENGÜL'e,

Önümüzü açan, maddi/manevi destekleri ve bana her türlü kolaylığı sağlayan Ekonometri Bölüm Başkanı Prof. Dr. Erkan OKTAY ve Doç. Dr. Fehim BAKIRCI, Atatürk Üniversitesi'nde bulunduğum süre içinde beni kendilerinden biri olarak gören ve bana her konuda yardımcı olan İ.İ.B.F öğretim üyeleri, araştırma görevlileri, ve arkadaşlarım , Arş. Gör. Miraç EREN, Arş. Gör. Ali Kemal ÇELİK, Yrd. Doç. Dr. Ömer ALKAN, Yrd. Doç. Dr. Abdulkerim KARAASLAN ve Arş. Gör. Hayri ABAR'a ve önerileri ile tez çalışmasına katkı sağlayan ve her zaman yanımda olan Dr. Ali SATTARY'e

Benim Doktora yapma sürecinde her türlü desteği sağlayan Nabi Akram Üniversitesi Rektörü sayın Prof. Dr. Mohammad Reza MİLANİ, Rektör yardımcısı Prof. Dr. Seyed Parviz ALAVİ TABRİZİ ve tüm yönetim kurulu üyelerine,

Tez çalışmam süresince hiçbir zaman desteklerini esirgemeyen değerli eşim ve aileme teşekkürlerimi borç bilirim.

## GİRİŞ

Günümüzde firmaların buldukları sektörde başarılı ekonomik sonuçlar elde edebilmeleri sadece kendi performanslarına değil, firmalara ait tedarik zincirinin diğer üyelerinin performanslarına da bağlıdır. Firmaların içinde bulunduğu koşullar, buldukları ortamda başarılarını artırabilmek, yani kaynaklarını daha verimli ve etkili kullanabilmek için çeşitli yollar aramaya zorlamaktadır.

Birçok firma rekabetçi yapısını korumak ve piyasa avantajlarını artırmak için, firmalar arası ilişkilerine önemin vermelidir. Bu anlamda gerek tedarikçileri ile gerekse müşterileriyle olan ilişkilerini karşılıklı işbirliği ve değer yaratma esasına göre yeniden yapılandırmaya gereğini duyarlar. Bunun için firmalar aynı zamanda tedarik zincirinin parçası olan tedarikçilerle karşılıklı güvene dayalı işbirliğine yönelmelidirler. Bu nedenle, başarılı olabilmek ve başarılarını sürdürmek için, firmalar tedarik zincirlerine gereken önemi vermeli ve tedarik zincirlerini etkin bir şekilde yönetmelidirler. Tedarikçi seçimi tedarik zincirin yönetiminin önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Bu nedenle firmaların tedarikçi seçimi üzerinde önemle durması gerekmektedir.

Tedarik zinciri yönetiminde yer alan tedarikçi seçimi kararı, firmaların başarısında rol oynayan önemli kararlar arasında yer almaktadır. Firmalar geçmişte 'karar vermede' tecrübelerinin yol göstericiliğine başvururken artık günümüzde bilimsel tekniklere başvurumaktadırlar. Firmaların istekleri doğrultusunda en uygun tedarikçilerin belirlenmesinin amaçlandığı tedarikçi seçim problemi, firmaların tercih edebileceği alternatiflerin sayısının artması, birbiriyle çatışan, sayısal ve sayısal olmayan birden çok kriteri bünyesinde barındırmasından dolayı, çok kriterli bir karar verme problemidir.

Birçok karar verme problemi ve çözümü nicel olarak anlaşılamayacak kadar karmaşıktır. Bulanık küme teorisi, yaklaşık bilginin kullanılmasında ve kararların verilmesindeki belirsizliği insanın sorgulamasına benzetmektedir. Bulanık mantık insanın düşünme mantığına çok yakın olmasından dolayı, bu mantığa göre alınan kararlar daha isabetli olmaktadır. Bulanık küme teorisi kesin olarak tanımlanamayan sınırlar ile verinin sınıflandırılmasını sağlar. Böylece, verilerin bulunmadığı durumlarda, aralık veriler, sözel ifadelerle toplanan veriler vb. gibi durumlarda bulanık küme teorisi kullanılarak gerçek dünya problemlerinin çözümü sağlanır.



Bu çalışmada; bir karar problemi olan tedarikçi seçimi problemi ele alınmıştır. Bu amaçla, bulanık ortamda tedarikçi kriterleri arasında bir seçim yapmak ve firma için en uygun kriterleri belirlemek için, farklı bir bakış açısıyla Bulanık TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Daha sonra belirlenen tedarikçi seçim kriterleri baz alınarak bulanık Veri Zarflama Analizi modeli kurulmuş ve tedarikçi seçim problemine çözüm aranmıştır.

Literatürde; bulanık ortamda çok kriterli karar verme ve veri zarflama analizi yöntemlerinin bir arada kullanılmasına çok az rastlanmıştır. Bu çalışmanın ikinci amaçlarından biriside bu konuda literatüre bir kaynak kazandırma ve konuya ilişkin bir katkı sağlamaktır.

Çalışma altı bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, tedarikçi seçiminde bulanık çok kriterli karar verme yöntemleri ve veri zarflama analiziyle ilgili literatür incelenmiştir.

İkinci bölümde; tedarik zinciri, tedarikçi seçimi problemi, tedarikçi seçiminde kullanılan kriterler ve yöntemler araştırılmıştır.

Üçüncü bölümde; bulanık mantığın anlamı, bulanık küme ile klasik küme arasındaki ilişki ve bulanık sayılar incelenmiştir.

Dördüncü bölümde; karar verme kavramı, çok kriterli karar verme yöntemleri ve çeşitleri, çok ölçütlü karar verme yöntemlerinin incelenmesi, TOPSIS ve Bulanık TOPSIS yöntemlerinin çözüm aşamaları ele alınmıştır.

Beşinci bölümde; veri zarflama analizi ve modelleri, analiz tekniği ile ilgili yöntemler ve kullanılan yöntem geniş bir şekilde anlatılmıştır.

Altıncı bölümde ise, uygulama olarak bir otomobil firmasının tedarikçi seçimi kriterlerinin belirlenmesi ve tedarikçilerin beklenen performansların analizi yapılmıştır. Son olarak da çalışmadan elde edilen bulgular belirtilerek değerlendirme yapılmıştır.

## BİRİNCİ BÖLÜM

### LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

#### 1.1. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Tedarikçi seçimi problemiyle ilgili bugüne kadar birçok çalışma yapılmış ve her birinde farklı bakış açısından konuya bakılmış ve farklı yöntemler kullanılmıştır. Bu bölümde tedarikçi seçimiyle ilgili yapılmış çalışmalara özet olarak değinilecektir. Bu çalışmada tedarikçi seçimi için bulanık ortamda Veri Zarflama Analizi(Data Envelopment Analysis-DEA) ve MCDM yöntemleri kullanıldığı için konularla ilgili literatür araştırması üç alt bölüm olarak sınıflandırılmıştır;

- Tedarikçi Seçimi ve Çok Kriterli Karar Verme ile ilgili Literatür Araştırması
- Tedarikçi Seçimi ve Veri Zarflama Analizi ile ilgili Literatür Araştırması
- Tedarikçi Seçimi, Çok kriterli Karar Verme ve Veri Zarflama Analizi ile ilgili Literatür Araştırması

Literatür araştırmasında yerli ve yabancı makaleler, kitaplar ve tezlerden yararlanılmış ve yakın tarihli son yıllarda yapılan çalışmalara da çok yer verilmiştir.

#### 1.1.1. Tedarikçi Seçimi ve Çok Kriterli Karar Verme ile İlgili Literatür Araştırması

Çok kriterli karar verme yöntemleri birçok alanda kullanıldığı gibi tedarikçi seçimi probleminde de farklı çalışmalarda kullanılmıştır. Aşağıda bu çalışmalardan bazıları verilmiştir.

Tam ve Tummala (2001), çalışmalarında kapsamlı bir şekilde tedarikçi seçim kriterleri araştırılmışlar ve 7 kriter ele alınmıştır. Daha sonra AHP yöntemi kullanarak tedarikçi seçimi yapmışlardır.

Bhutta ve Huq (2002), çalışmalarında AHP kullanarak tedarikçi seçimi işlemini gerçekleştirilmişlerdir. Üretim, kalite, hizmet ve teknoloji kriterlerine göre 3 tedarikçi arasında bir sıralama yapılmışlardır.

Çebi ve Bayraktar (2003), bir gıda firmasındaki tedarikçi seçim problemine AHP yöntemi ile bütünlük olarak Lexicographic Hedef Programlama (LGP) yöntemini

uygulamışlardır. Çalışmalarında dört seviyeli bir AHP modeli uygulanarak her bir tedarikçinin skorunu ayrı ayrı hesaplamışlardır.

F. Liu ve Hai (2005), çalışmaları tedarikçi seçimi için bir matematiksel model önermektedir. Önerilen model kullanılan AHP'ye benzer bir modeldir. Yazarlar, geliştirdiği metoda 'Voting AHP' adını vermişlerdir. Modelin gelecekte sadece tedarikçi seçiminde değil, insan kaynaklarında eleman seçim süreci ve benzeri süreçlere uygulanabileceğini ve böylece kullanım alanının genişleyeceği ifade edilmektedir.

Bottani ve Rizzi (2005), çalışmalarında internet üzerinden yapılan alımlar (e-procurement) konusuna odaklanmışlar ve bu doğrultuda bulanık AHP yöntemini tedarikçi seçim problemine uygulamışlardır. Uygulama İtalya'da gıda alanında faaliyet gösteren bir firmada gerçekleştirilmiştir.

M. Kumar, Vrat ve Shankar (2006), tedarikçi seçim problemi için, Bulanık çok amaçlı programlama kurularak tedarikçi seçim problemine bir model geliştirmişlerdir. Modelin amaçları, maliyetleri minimize etme, kaliteyi maksimize etmek ve zamanında teslimat olarak belirlenmişlerdir.

Haq ve Kannan (2006), bulanık AHP yöntemini tedarikçi seçim problemine uygulamışlardır. Uygulama üzerinde yapılan çalışma ile benzer tedarikçiler sınıflandırılmıştır.

C.-T. Chen, Lin ve Huang (2006), çalışmalarında tedarikçi seçimi problemi için karar vericilerin görüşleri doğrultusunda, yamuk bulanık sayılar kullanılarak seçim kriterlerinin önem ağırlıklarını belirlemiş ve TOPSIS yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada TOPSIS puanları için kabul edilebilirlik durumu tablosu tanıtılmış ve bu tabloya göre tedarikçiler sınıflandırılmıştır.

Durdudiler (2006), bir perakende firmasında bir ürün grubu seçilerek, bu gruba ait performans kriterleri belirlenmiş; kriterlerin ağırlıklarının saptanması ve tedarikçilerin performansına ait değerlerin tespitinde AHP yöntemi kullanılmıştır. Ayrıca, modelde, belirsiz ve kesin olmayan veriler göz önüne alınarak Bulanık AHP uygulaması yapılmış ve sonuçlar incelenmiştir.

Shyur ve Shih (2006), çalışmalarında tedarikçi seçimi için ANP ve TOPSIS yöntemi kullanmışlardır. Çalışmada Nominal Grup tekniğiyle kriterler arasındaki

ilişkiler belirlendikten sonra ANP yardımıyla ağırlıkları hesaplanmış ve alternatiflerin sıralandırılması TOPSIS yöntemiyle yapılmıştır.

Xia ve Z. Wu (2007), toplam sipariş miktarına dayanan fiyat indirimlerini de içeren çok kriterli bir tedarikçi seçim problemine, Kaba Küme Teorisi (Rough Set Theory) kullanılarak, dört aşamalı AHP (3 ana kriter, 7 alt kriter) ile Çok Amaçlı Tamsayı Programlama yöntemini birleştirerek çözüm bulmuşlardır.

Özdemir (2007), tedarikçi seçim problemini AHP, kalite fonksiyon yayılımı ve hedef programlama ile çözüp ve çözüm sonuçlarını karşılaştırmıştır. Modelleri sınamak için otomotiv endüstrisinde bir uygulama denemesi gerçekleştirmiştir. Çalışmada bir ürünün iki parçası için 3 farklı tedarikçisi arasında 9 ana kritere göre seçim yapılmıştır.

Gencer ve Gürpınar (2007), tedarikçi seçim kriterlerinin birbirleri arasındaki ilişkinin bir geri bildirim sistemi içeriğinde değerlendirilmesine yönelik olarak tedarikçi seçiminde Analitik Şebeke Prosesi (ANP) içeren bir model kullanmışlardır.

Tahriri, Osman, Ali, Yusuff ve Esfandiary (2008), çelik üreten bir firmada tedarikçi seçimi için AHP yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada 13 tane seçim kriteri ele alınmış ve 6 aşamalı bir süreçte tedarikçiler değerlendirilmiştir.

Dağdeviren ve Eraslan (2008), çalışmada tedarikçi seçimi problemi için, PROMETHEE ile alternatif tedarikçilerin öncelik sıraları hesaplanmıştır. Çalışmanın üstünlükleri, alternatif tedarikçilerin değerlendirilmesinde kullanılan her bir faktör için farklı bir tercih fonksiyonunun kullanılabilmesi ve alternatiflere ilişkin kısmi ve tam sıralamaların elde edilmesidir, böylelikle karar verme süreci ayrıntılı bir şekilde analiz edilmiştir.

Chou ve Chang (2008), tedarikçi seçimi için Bulanık SMART yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada 5 karar verici, beş kriter ve 10 alt kriterin önem düzeyini belirledikten sonra, 3 tedarikçinin sıralaması üç  $\alpha$ -kesim seviyesine göre (risk oranı) Bulanık SMART yöntemiyle gerçekleştirmişlerdir.

Ting ve Cho (2008), AHP ile çok amaçlı lineer programlama yöntemini bütünleşik olarak tedarikçi seçim problemine uygulamışlardır. Geliştirilen model, Tayvan'da bilgisayarlar için ana kart üreten bir ileri teknoloji firmasına uygulanmıştır.

Zingil (2009), çalışmasında bulanık ortamda tedarikçi seçimi yapmıştır. Yamuk bulanık sayılarla karar vericilerin fikrini değerlendirerek çok kriterli karar verme yöntemlerinden VIKOR ve TOPSIS kullanılmıştır. Çalışmada 4 karar verici, 6 kriterle 7 tedarikçinin sıralamasını yapmıştır.

Boran, Genç, Kurt ve Akay (2009), çalışmalarında tedarikçi seçiminde TOPSIS yönteminin yanı sıra sezgisel bulanık ağırlıklı ortalama işlemini kullanarak öncelikle karar vericilerin fikirlerini tek bir ortak fikirde toplamayı amaçlamışlardır. Uygulaması otomotiv sektöründe bir şirkette yapılmış, 5 aday tedarikçi ürün kalitesi, iş ilişkileri, teslimat performansı ve fiyat olmak üzere 4 kritere göre değerlendirilmiştir. Kriterlerin ağırlıkları belirlendikten sonra TOPSIS'in diğer aşamaları izlenerek en uygun tedarikçi seçilmeye çalışılmıştır.

Önüt, Kara ve Işık (2009), çalışmalarında tedarikçi seçimi için Bulanık ANP ve Bulanık TOPSIS yöntemlerini kullanmışlardır. Uygulama için Türkiye'nin GSM firmaları tedarikçi olarak düşünülmüş ve 6 kriter ile analize tabi tutulmuştur. Araştırmada önce kriterlerin ağırlıkları bulanık ANP yöntemiyle elde edilmiş ve daha sonra bulanık TOPSIS yöntemiyle de tedarikçilerin sıralama işlemi yapılmıştır.

Yalçın Seçme ve Özdemir (2010), çalışmasında Türkiye'de mobilya sektöründe faaliyet gösteren bir işletmenin tedarikçilerinin seçimi için karar vermede 7 ana kriter göre uzmanların görüşleri alınarak AHP yöntemi kullanılmıştır.

Demir (2010), bir gıda işletmesindeki karar vericilerle yapılan mülakatlar sonucu elde edilen bilgilerden hareketle, tedarikçi seçimini bulanık TOPSIS yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Uygulamada 4 karar verici, altı kriteri baz alarak dört tedarikçi arasında sıralama yapmışlardır.

D. D. Wu, Zhang, D. Wu ve Olson (2010), tedarikçi seçimi için bulanık çok amaçlı lineer programlama yöntemini kullanmışlardır. Diğer çalışmalardan farklı olarak modelde risklerin minimize etmek için ayrı bir amaç fonksiyonlarını eklemişlerdir. Çalışmada risk faktörleri olarak ekonomik çevre ve tedarikçi hizmet derecesi alınmış ve kurulan modelde risk faktörleri dâhil tüm amaç ve kısıtlar bulanık olarak alınmıştır.

Gnanasekaran, Velappan ve Ayappan (2010), bir otomotiv firmasının tedarikçi seçiminde Gri teori ile AHP yaklaşımını bütünleşik olarak kullanmışlardır. Ayrıca çalışmada Excel tabanlı bir karar destek sistemi geliştirilmiştir.

Sanayei, Farid Mousavi ve Yazdankhah (2010), tedarikçi seçimi için Bulanık ortamda MCDM yöntemlerinden olan VIKOR yönteminden yararlanmışlardır. Çalışmanın verileri bir otomobil firmasından elde edilmiştir. Uygulamada 3 karar verici 5 kritere göre, beş tedarikçi arasında bir sıralama elde etmişlerdir.

Kazançoğlu ve Ada (2010), tedarikçilerin seçiminde kullanılacak olan kriterler uzmanlar tarafından belirlenmiştir. Daha sonra bulanık AHP yöntemini kullanarak tedarikçiler sıralanmıştır. İzmirde faaliyet gösteren bir işletmede yapılan uygulamada 3 ana kriter, 8 alt kriter ile 5 tedarikçi arasında bir başarı sıralaması yapılmıştır.

Arda (2010), çalışma kapsamında tedarikçileri dört kategoride (Üreticiler, toptancılar, Bağımsız esnaflar ve İthalat kaynakları) sınıflandırarak, tedarikçi seçimi için bulanık mantık ve TOPSIS yöntemini kullanmıştır. Tedarikçilerden alınan miktarlar ve aralarında optimum dağıtma imkanı aranma amacıyla da doğrusal programlama yönteminden yararlanılmıştır.

Öztürk, Erdoğan ve Arıkan (2011), çalışmalarında AHP'yi kullanarak bir tekstil firmasının tedarikçi seçim problemini çözmüşlerdir. Önerilen model beş alternatif, yedi ana ve 13 alt kriter arasındaki ilişkilerin hiyerarşik bir yapıda temsilini içermektedir.

Y. Deng ve Chan (2011), tedarikçi seçimi problemine bulanık küme teorisiyle birlikte Dempster-Shafer theory yöntemini TOPSIS tabanlı bir yöntem olarak tanıtmışlardır. Çalışmanın sonunda modelin esneklik açısından diğer benzer metotlardan daha iyi bir model olduğunu öne sürmüşlerdir.

Supçiller ve Çapraz (2011), bir işletmenin tedarikçilerini seçmek amacıyla AHP ve TOPSIS yöntemlerini birlikte kullanmışlardır. Kalite, maliyet, teslimat ve hizmet kriterleri ana kriterler olarak belirlenmiş ve bunların alt kriterleri tanımlanmıştır. AHP yöntemi ana kriterler ve alt kriterlerin önem derecesinin belirlenmesi için, TOPSIS yöntemi ise tedarikçilerin sıralanması için kullanılmıştır.

Büyüközkan ve Çifçi (2011), tedarikçi seçimi için ANP yöntemini kullanmışlardır. Bu çalışmada kriterlerin birbiriyle ilişkileri tam belli olmadığı ve karar vericilerin kararsız kaldığı durumlara bulanık mantıktan yararlanıp bir çözüm önermektedir.

Chin-Nung ve Kao (2011), yaptıkları çalışmada tedarikçi seçimi için 5 kriter belirlemişlerdir. Bu çalışma 3 karar verici ile (D1,D2,D3), 4 tedarikçi (S1...,S4) seçimi için yapılmış bir çalışmadır. Çalışmada Bulanık TOPSIS ve Çok Amaçlı hedef programlamadan bütünleşik bir model oluşturulmuştur. TOPSIS kısmında uzman görüşü alınmış ve kesin veriler olmadığından bulanık mantıktan yararlanmıştır.

Shaw, Shankar, Yadav ve Thakur (2012), çalışmada tedarikçi seçimi için Bulanık AHP ve Bulanık Çok Amaçlı Doğrusal Programlama yöntemi kullanmışlardır. Tedarikçilerin çevre ile ilgili (karbon emisyonu gibi) kriterleri belirlenmiş ve AHP ile kriterlerin ağırlıkları hesaplanmıştır. Verilerin kesin olmadığından bulanık mantık kullanılmıştır.

Daneshvar Rouyendegh ve Erkan (2012), çalışmalarında bir üniversitenin teçhizatını temin eden 3 firmanın verilerini kullanarak AHP yöntemiyle en iyi tedarikçi seçilmişlerdir. Tedarikçi seçim kriterleri olarak kalite, maliyet, esneklik, teslimat ve çeşitlilik ele alınmıştır.

Kar ve Pani (2014), çalışmalarında önce Delphi metodunu kullanarak tedarikçi seçimi kriterlerini belirlemişlerdir. Daha sonra Hindistan'da 8 sektörde faaliyet gösteren 188 firmanın verileri alınarak AHP yöntemiyle kriterlerin öncelik sırasını belirlemişlerdir. Çalışmanın sonucunda, kalite, teslimat, fiyat, üretim kapasitesi, teknik kapasite, finansal pozisyon ve elektronik işlem yeteneği kriterleri ön plana çıkmıştır.

Kar (2014), çalışmasında AHP yöntemi (tedarikçi seçimi için) ve Bulanık hedef programlamayı (diskriminant analizi için) bütünleşik kullanarak grup karar destek sistemini tasarlamışlardır. Çalışmanın sonucunda AHP yönteminin tek ve bütünleşik kullandığı durumlarda karşılaştırma yapılmış ve bütünleşik metodu daha iyi sonuçları verdiği söylenmiştir.

X. Deng, Y. Hu, Y. Deng ve Mahadevan (2014), çalışmalarında tedarikçi seçimi için Deng'in (2012) yılındaki çalışmasında tanımladığı D sayılar (D Numbers) teorisinden yararlanmışlardır. Bu çalışmada D-AHP yöntemini ilk kez, verilerin belirsiz olduğu ve bulanık mantığında yetersiz kaldığı durumları için kullanılmıştır. Uygulamada ise 5 ana kritere göre üç tedarikçinin sıralaması için D-AHP yöntemini kullanmışlardır.

Kannan, A. Jabbour ve C. Jabbour (2014), yeşil tedarik zinciri kapsamında bir çalışma yapmışlardır. Tedarikçi seçimi için önerdikleri Bulanık TOPSIS yöntemi ve iki farklı Bulanık TOPSIS yöntemiyle, 12 tedarikçiyi sıralamış ve sonuçları Spearman'nın sıralı korelasyon yöntemiyle karşılaştırmışlardır. Ayrıca çalışmada 22 farklı ağırlık setini kullanarak duyarlılık analizi yapmışlardır.

### **1.1.2. Tedarikçi Seçimi ve Veri Zarflama Analizi ile İlgili Literatür Araştırması**

Weber (1996), tedarikçilerin performansını değerlendirmek için VZA yöntemini kullanmıştır. Çalışma tedarikçi seçimi için VZA kullanan ilk araştırmalarındandır. Altı tedarikçinin performans ölçümü için Farrell'in modeli kurulmuş ve etkinlik skorları hesaplanmıştır. Potansiyel iyileştirme açısından da yorumlar yapılmıştır.

J. Liu, Ding ve Lall (2000), çalışmalarında tedarikçilerin performanslarını VZA modeli kullanılarak ölçmüşlerdir. Girdi ve çıktı değişkenleri için Dickson ve Weber'in kriterlerinden yararlanmışlardır. Fiyat, teslimat ve tedarikçinin uzaklığı girdi değişkenleri; arz miktarı ve kalite ise çıktı değişkenleri olarak ele alınmıştır. VZA modellerinden, Banker ve Morey'in 1986'daki modelini kullanarak LINGO paket programında çözmüşlerdir.

Braglia ve Petroni (2000), çalışmada 9 faktörü göz önünde bulundurarak VZA'nın çapraz etkinlik metodunu kullanmışlardır. Her tedarikçi için bir VZA skoru elde etmişlerdir. Çalışmada 10 tedarikçi, 4 küme altında sınıflandırılmıştır.

Forker ve Mendez (2001), 40 tedarikçinin performans ölçümü için VZA kullanmışlardır. Çalışmada tek bir girdi değişkeni, 8 kalite yönetimi faktörlerinden oluşan çıktı değişkenleriyle birlikte analize tabi tutulmuştur. Araştırmada VZA'nın çapraz etkinlik modelini kullanılarak en iyi tedarikçi seçilmiştir. Bargalia ve Petroni'nin 2000 yılında yaptıkları çalışma ile benzerlik göstermektedir.

(Ross, Buffa, Dröge ve Carrington (2006), çalışmalarında hem alıcı firma hemde tedarikçilerinin kriterlerini göz önünde alarak, tedarikçilerin performanslarını VZA ile değerlendirmişlerdir. Çalışmada 3 tür duyarlılık analizi yapılmıştır. İlk analiz karar vericiler ve değerlendirme takımının ağırlıklarını hesaba katmadan yapılmış, ikinci



analizde karar vericilerin de özellikleri, tercihleri ve tedarikçi seçimi üzerine etkileri de hesaba katılmış ve tedarikçilerin etkinlikleri ölçülmüştür. Üçüncü analizde hem tedarikçilerin hemde alıcı firmaların tercihleri analize tabi tutulmuştur.

Nevşehirli (2007), çalışmasında bir ayakkabı firmasının 32 tedarikçisi VZA yöntemini kullanarak değerlendirmiştir. Hangi tedarikçilerin verimli olarak çalıştığı, hangilerinin ise ne kadar verimsiz olduğu VZA ile bulmuş ve verimliliği kötü olan tedarikçilerin daha verimli hale gelebilmeleri için neler yapılabileceği araştırmıştır.

Farzipoor Saen (2007), tedarikçi seçiminde kardinal ve ordinal verilerin mevcut olduğu durumda VZA yöntemini kullanmıştır. Yazar tedarikçilerin ününü(ordinal veri) göz önünde bulundurarak tek çıktılı bir veri zarflama modeli kurmuştur. Çalışmanın sonucunda hem tedarikçi açısından ve hem alıcı firma açısından yorumlanabilecek neticeler elde edilmiştir.

Ng (2008), çalışmasında tedarikçi seçimi için VZA tabanlı bir matematiksel model kurulmuştur. Uygulamada 5 kriter ve 18 tedarikçi bulunmaktadır. Modelin amacı optimizasyon olmadığından, her tedarikçi için bir puan hesabı yapılarak tedarikçilerin sıralaması yapılmıştır.

Davari, Zarandi ve Turksen (2008), Zimmermann'ın (1978) yöntemini esas alarak, parçalı doğrusal üyelik Fonksiyonu (Piecewise Linear Membership Functions) yöntemini tedarikçi seçim problemine uygulamışlardır. Çalışmada hem Tam sayılı Çok Amaçlı ve hem Doğrusal modeller kurulmuştur. Farklı  $\alpha$ - kesim seviyelerine göre duyarlılık analizi yapılmıştır.

Çelebi ve Bayraktar (2008), tedarikçi değerlendirme ölçütlerine ilişkin eksik veri bulunması durumunda tedarikçi değerlendirme süreci için yeni bir bütünleşik Yapay Sinir Ağları / VZA model önerisinde bulunmuşlardır. Maliyet, kalite, teslimat ve servis kriter olarak ele alınmış ve 20 tedarikçi arasında sıralama yapılmıştır.

(Güneri, Yücel ve Ayyıldız (2009), çalışmalarını Bulanık doğrusal programlama yaklaşımını kullanarak yapmışlardır. Tedarikçi seçiminde kullanılan kriterler doğrusal olarak modellenmiş ve hesaplamalarda üçgen bulanık sayı kullanılmıştır.

D. Wu (2009), tedarikçi seçimi için VZA, karar ağacı ve sinir ağlarından oluşan bir hibrid model önermektedir. Çalışmada CCR ve BCC modelleri kullanarak etkinlik

değerleri hesaplanmış, etkin ve etkin olmayan karar verme birimleri belirlenmiştir. Daha sonra VZA'dan elde edilen sonuçlara göre karar ağacı ve sinir ağları, VZA ile bütünleştirilerek farklı sıralamalar elde edilmiştir. Kurulan model hem sıralama yöntemi ve hem regresyon modeli olarak bilinmektedir.

Yu, Ting ve Chen (2010), tedarikçi seçimi için tedarikçilerin performanslarını kıyaslamada bir simülasyon çalışması yapmışlardır. Bu çalışma için farklı bilgi paylaşımı senaryoları kurulmuş ve bunların etkinliğini ölçmek için de veri zarflama analizinden yararlanılmıştır.

Farzipoor Saen (2010), çalışmasında tedarikçi seçimi problemi için bir VZA modeli geliştirmiştir ve VZA modellerinde bazı faktörlerin çift rollü olduğu durumlarına bir çözüm önermektedir. Uygulamada tedarikçi seçiminde araştırma ve geliştirme (R&D) değişkeninin verileri hem girdi ve hem çıktı olarak rol almaktadır. Araştırma bunun gibi sorunları gidermek amacıyla yeni bir model önermektedir.

Toloo ve Nalchigar (2011), çalışmada belirsiz verilere dayalı bir girdi odaklı VZA modeli kurmuşlar ve 18 tedarikçinin etkinlik skoru belirlemiştir. Etkinlik skorlarını belirledikten sonra doğrusal programlama tabanlı yeni bir model geliştirerek tedarikçiler sıralanmışlardır

(Ma, Yao, Jin ve Ren (2014), çalışmalarında tedarikçi seçimi için farklı VZA modellerini kullanmışlardır. 12 tedarikçi, 3 girdi ve 5 çıktı değişkeni analize tabi tutulmuştur. VZA yöntemlerinden; CCR, 3 tür Çapraz etkinlik modeli ve önerdikleri "Game Cross-efficiency" modelleri uygulanmış ve sonuçları karşılaştırılmıştır.

### **1.1.3. Tedarikçi Seçimi, Çok Kriterli Karar Verme ve Veri Zarflama Analizi ile İlgili Literatür Araştırması**

Weber, Current ve Desai (2000), tedarikçi seçimi için VZA ve Çok amaçlı programlama kullanmışlardır. Amaç fonksiyonu fiyat, kalite ve teslimat kriterleri üzerinden kurulmuştur. Ayrıca Çok amaçlı programlama ve VZA'nın sonuçları ve sıralamaları birbiriyle karşılaştırılmıştır.

Benyoucef, Ding ve Xie (2003), çalışmalarında tedarikçi seçimi için birkaç tane çok kriterli yöntemi bir arada kullanmış ve karşılaştırmalarını yapmışlardır. Araştırmada

10 tedarikçinin değerlendirmesi birkaç çok kriterli ve optimizasyon yönteminden yararlanmışlardır.

Seydel (2005), çalışmasında VZA ve SMART yöntemini kullanarak tedarikçiler arasında bir sıralama elde etmiştir. Daha sonra iki yöntemin sıralamalarının ortalaması alınarak yeni bir sıralama yapılmıştır. Uygulamada 7 kriterle 10 tedarikçi arasında seçim işlemi gerçekleştirilmiştir.

Ramanathan (2007), bir firmanın tedarikçilerini seçmek amacıyla AHP yöntemini kullanan bir çalışma yapmıştır. Kriter ağırlıkları AHP metoduyla belirlenirken, tedarikçilerin etkinlik değerleri VZA analiziyle elde edilmiştir. Araştırmada 3 farklı VZA modeli kullanılmış ve birbiriyle karşılaştırılmıştır.

Kazançoğlu (2008), tedarikçi seçiminde AHP ve VZA yöntemlerini kullanılmıştır. AHP ile genel kriterler indirgenmiş ve kalan kriterler ışığında AHP kullanılarak tedarikçiler seçilmiş, sonra da AHP de kullanılan kriterler esas alınarak VZA modeli kurulmuş ve tedarikçi değerlendirmesi gerçekleştirilmiştir.

Kuo, Wang ve Tien (2010), yeşil tedarikçi seçimi için çalışma yapmışlardır. Araştırmada yapay sinir ağları (ANN), VZA ve ANP yöntemleri bütünleştirilerek ANN-MCDA isimli hibrid bir model geliştirilmiştir. Önce yapay sinir ağlarını kullanarak kriterler arasında bir seçim yapılmış ve 21 kriteri 6 kritere düşürmüşlerdir. Daha sonra ANP yöntemiyle her karar verme birimi için bir ağırlık belirleyip VZA kullanarak performans ölçümünü yapmışlardır.

Gökalp, Soylu ve Çelik Aş (2010), çalışmada farklı değerlendirme kriterlerine göre, öncelikle yatırım yapılacak tedarikçilerin seçim problemi ele alınmıştır. Kriter ağırlıklarını bulmak için ANP yöntemi kullanılmıştır. ANP sonucunda elde edilen kriter ağırlıkları PrometheeII ve PrometheeII+Tch yöntemlerinde kullanılarak tedarikçi puanları belirlenmiştir. Daha sonra PrometheeII ve PrometheeII+Tch puanları girdi ve Ciro oranı çıktı olarak ele alınmış ve VZA kullanılarak en iyi tedarikçiler belirlenmiştir.

Ho, Xu ve Dey (2010), tedarikçi seçiminde yapılan çok kriterli karar verme ile ilgili çalışmaları inceliyerek bir literatür araştırması yapmışlardır. Araştırmada özellikle VZA, Doğrusal programlama, Tam sayılı programlama, Doğrusal olmayan, Hedef programlama, AHP ve ANP gibi yöntemler ile yapılan çalışmalar incelenmiştir.

Y.-J. Chen (2011), çalışmasında önce kriterler için stratejik planlama açısından bir SWOT analizi yapılmış sonra tedarikçilerin performansını VZA kullanarak hesaplamıştır. Uygulamada 12 tedarikçiden 5 tanesi etkin, diğerleri ise etkin olmamıştır. Etkin çıkan karar verme birimlerine Bulanık ağırlıklar kullanarak TOPSIS yöntemi uygulanmış ve tedarikçiler için bir sıralama elde etmiştir.

Raut (2011), çalışmasında yeşil tedarik zincirinde tedarikçi seçimi için AHP-VZA yöntemini kullanmıştır. İlk çevre ile tedarikçi seçim kriterleri belirlenmiş ve AHP yöntemiyle ağırlıkları hesaplanmıştır. Daha sonra ölçeye göre değişen getirili VZA modeli kullanılmış ve tedarikçilerin performansı değerlendirilmiştir.

A. Kumar, Jain ve S. Kumar (2014), çevre şartlarını dikkate alarak otomobil üreten bir firmanın tedarikçi seçimini yapmışlardır. Araştırmada karbon emisyon zararını hesaba katarak, Green Data Envelopment Analysis (GDEA) isimli bir model geliştirilmiştir. Karşılaştırmak amacıyla veriler klasik VZA modeli ve AHP-TOPSIS modeliyle de çözülmüştür ve değerlendirmesi yapılmıştır.

## İKİNCİ BÖLÜM

### TEDARİK ZİNCİRİ

#### 2.1. TEDARİK ZİNCİRİ KAVRAMI

Tedarik kelimesi araştırıp bulma, elde etme anlamını taşır ve üretim sürecinde gerekli olan hammadde, yardımcı madde ve sermaye mallarının araştırılarak bulunması ve satın alınarak elde edilmesi için yapılan faaliyetlerdir. İşletmenin kendine gerekli olan hammadde, yardımcı madde, sermaye malları ve hizmeti araştırarak bulduğu ve satın aldığı kişi, şirket veya firmalara ise tedarikçi denir (H. Şen, 2012).

Müşteri talep ve beklentilerinde meydana gelen değişimler, özellikle teknolojiye iyileşmeler sonucu ürünlerin çok hızlı demode olması, stok maliyetlerinin her zaman işletmeye ciddi yük getirmesi ile beraber düşünüldüğünde tedarik zincirinin önemi artmaktadır. Bu süreç, malın tamamının üretilmesi yerine bir kısmının yarı mamul olarak tedarik edilmesini, stok bulundurmaya yerine tam zamanında üretim anlayışına da uygun olarak etkin bir tedarik zinciri oluşturulmasını öne çıkarmaktadır. Tedarik zinciri, üretim öncesi ve sonrası süreci, üretim süreci ile birlikte ele alan, bunları da üretim sürecinin parçası gibi değerlendirerek üretim etkinliğini artıran bir uygulama olarak bilinmektedir. Tedarik zinciri ile burada hedeflenen; kurumsal kaynak planlama ve malzeme ihtiyaç planlamasından da yararlanarak, sürecin tüm elemanları ile güçlü bir bilgi ağı kurarak talep tahmini, tedarik ve dağıtım uygulamalarının etkinliğini artırmak suretiyle, müşteri isteklerini minimum maliyetle karşılamaktır (Demirdöğen ve Küçük, 2007).

#### 2.2. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ

Tedarik zinciri yönetimi<sup>1</sup> terimi 1980 yılının başlarında ortaya koyulmuştur ve çeşitli ifadelerle tanımlanmıştır. Tedarik zinciri yönetimi, işletmelerin iç kaynaklarının entegre edilerek dış kaynaklarla etkin biçimde çalışmasının sağlanmasıdır. Buradaki amaç; geliştirilmiş üretim kapasitesi, pazar duyarlılığı ve müşteri tedarikçi ilişkileri gibi işletmenin tüm performansını oluşturan değerlerin artırılmasıdır. Tedarik zinciri

---

<sup>1</sup> Supply Chain Management (SCM)

yönetimi, hammaddelerin temininden, ürünlerine ve tüketiciye işlenmiş ürünlerin dağıtımına kadar karar almamıza olanak vermektedir (S. Şen, 2007).

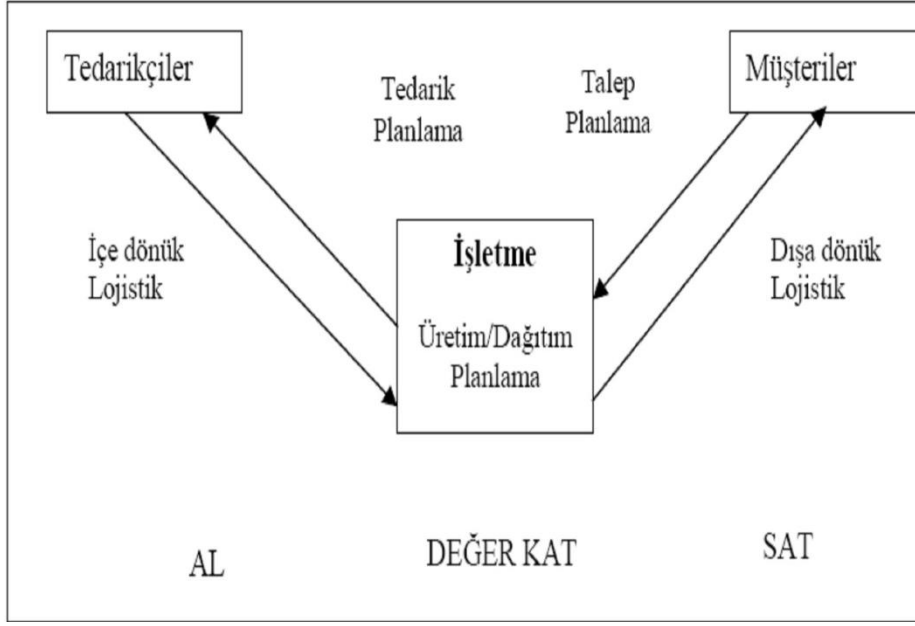
Tedarik zinciri yönetiminin tarihsel gelişimine bakıldığında 1960'lı yıllarda üretici şirketlerde, malzeme ihtiyacını belirlemek amacıyla MRP<sup>1</sup> tekniği geliştirilmiştir. Bu teknik 1970'li yıllarda yerini MRPI'e bırakmıştır. MRPI tekniği, malzeme ihtiyaç planlamasının ve ana üretim planı özelliklerini de taşımaktadır. MRPI'in amacı, ana üretim planı ve mevcut kapasiteyi de göz önüne alarak daha gerçekçi malzeme ihtiyaç planı ve üretim planı elde edebilmektir. 1980'li yıllarda ise, MRPI'e finans ve simülasyon modüllerinin eklenmesi ile MRPII tekniği uygulanmaya konulmuştur. MRPII üretimin verimliliğini ve etkinliğini artırmak amacıyla geliştirilmiş planlama tekniğidir. ERP<sup>2</sup> ise birden fazla noktada üretimle dağıtım yapan ama tek bir şirketin üretim gibi iç operasyonlarını koordine eden bir sistemdir. SCM'de ise modelde yer alan işletmeleri birbiriyle konuşturan, bunların birbirine bilgi sağlamasını amaçlayan, güvenli bir ortamda zamanında, hatasız, ihtiyaç duyulduğu kadar ve doğru kişiye bilginin ulaşmasını sağlayan bir iş modeli tasarlanmaktadır (Şengül, 2010).

Etkin bir tedarik zinciri yönetimi, az maliyet ve yüksek kar ile birlikte işletmenin istikrarlı büyümesine yardımcı olacaktır. Bununla birlikte etkin bir tedarik zinciri ile; teslim performansının iyileştirilmesi, envanterin azaltılması, sipariş karşılama oranının iyileştirilmesi, talep tahmin başarısı, verimlilik/kapasite kullanım oranı artışı ve gecikme ve bekleme sürelerinin en aza indirilmesi gibi faydaları sağlanabilir (H. Şen, 2012). Klasik tedarik zinciri yönetimi Şekil 2.1'de gösterilmiştir (Nevşehirli, 2007).

---

<sup>1</sup> Material Requirements Planning

<sup>2</sup> Enterprise Resource Planning



**Şekil 2. 1.** Klasik Tedarik Zinciri Yönetimi

Tedarik zinciri yönetiminin temel amaçları şu şekilde ifade edilebilir:

- Müşteri tatminini arttırmak,
- Çevrim zamanını azaltmak,
- Stok ve stokla ilgili maliyetlerin azaltılmasını sağlamak,
- Ürün hatalarını azaltmak,
- Faaliyet maliyetini azaltmak

Bu amaçlara ulaşmak için işletmelerin, tedarikçileri ve onların tedarikçileri ile müşterileri ve onların müşterileri arasında tedarik zincirinin bütününde haberleşme ve bilgi paylaşımını artırması gerekmektedir. Bilgi ve planların tedarikçiler ve müşterilerle paylaşılması zincir etkinliğini ve rekabetçiliğini artırabilir. Değişen dünyada artık firmaların tek başına kendi aralarında rekabetten söz edilmemektedir. Rekabet artık firmaların içinde yer aldığı tedarik zincirleri arasında yaşanmaktadır (Kehoe ve Boughton, 2001).

### 2.3. TEDARİKÇİ SEÇİMİ

Tedarik fonksiyonu, yeterli kalite ve miktarda, uygun fiyata, uygun bir teslimatla hammaddenin, teçhizatın ve malzemenin tedariki olarak tanımlanmaktadır. Tedarikçi

ise, bir işletmenin üretim faaliyetinde bulunabilmesi veya hizmet üretebilmesi için ihtiyaç duyduğu mal ve hizmetin temin edildiği birimdir. İşletmelerde, yetkili kısımlar tarafından hazırlanan ihtiyaç listelerinin satın alınmasından, tedarik departmanı sorumludur.

Tedarik departmanlarının amacı firmanın ihtiyaç duyduğu malzeme ve hizmetleri istenilen kalitede, en uygun maliyetle, doğru zamanda ve miktarda, en iyi kaynaktan temin etmektir. Bu gereksinimlerin karşılanabilmesi için tedarikçi seçme ve değerlendirme çalışmalarının çok dikkatli yapılması gereklidir (M. Harding ve M.L. Harding, 2001).

Tüketicilerin, daha yüksek kalite ve servis hizmetleri talep etmesi sonucu, işletmelerin tedarikçilerine bakışı da değişme göstermiştir. İşletmeler tedarikçilerini artık satın alma işlemlerini gerçekleştirdikleri birer şirket gibi görmemekte, tedarikçileriyle olan ilişkilerini yeni ürün geliştirme aşamasına kadar ilerleterek, onları birer iş ortağı olarak değerlendirmektedirler. Tedarikçilerle maliyet odaklı ilişki yerine, uzun dönemli stratejik ilişkiler geliştirmektedirler. Bu durum, işletmenin rekabet etme gücünü ve pazar konumunu güçlendirmesinde etkili olmaktadır (Göztepe, 2010).

Tedarikçi seçiminin ana amacı yüksek potansiyelli tedarikçileri tanımlamaktır. Muhtemel tedarikçiyi seçmek için şirket, her bir tedarikçinin kabiliyetini süreklilik ve fiyat etkinliği ihtiyaçlarını karşılamasına göre değerlendirmektedir. Ölçütler, seçime tabi tutulacak bütün tedarikçi firmalara uygulanabilir olarak, şirketin ihtiyaçlarını ve tedarik stratejisini yansıtarak belirlenmektedir. Ölçütler nicel olarak değerlendirilebilecekken ihtiyaçların çoğunlukla nitel kavramlarla ifade edilmesinden dolayı, ihtiyaçları kullanışlı ölçütlere dönüştürmek zor olabilmektedir. Bunun sonucu olarak nitel faktörlerin değerlendirilmesi uzman yargısını ve hiyerarşik yapı da bu faktörlerin sentezini gerektirmektedir (S. Şen, 2007).

Tedarikçi seçimi problemi etkili bir tedarik zinciri sisteminin kurulması için en önemli konulardan biridir. Tedarikçi seçimi sürecinin genel amacı, satın alma riskini azaltmak, toplam değeri maksimize etmek, alıcı ve satıcı arasında yakın ve uzun süreli bir ilişki sağlamaktır (C.-T. Chen vd., 2006).

Tedarikçi seçimi kriterlerinin belirlenmesi esnasında, kriterin firma için kullanışlı olmasını garantilemek için şirket bazı ölçüler saptayabilir. Genellikle kriter belirleme



bir sonraki adım olan bilgi toplama ile üst üste binmektedir. Seçim esnasında bazı kriterler değerlendirme için kullanışlı olmayabilir. Bilgi, elde edilmesi oldukça güç, bilginin analizi karmaşık olabilir ya da zaman bütün bunlar için yeterli olmayabilir. Ortak ölçütlerin tüm tedarikçi firmalara uygulanması objektif karşılaştırmalar yapmayı da mümkün kılmaktadır.

Tedarikçi seçimi maliyet, kalite, performans, teknoloji vb. birçok kriteri içeren önemli bir problemdir. Sadece malzeme maliyeti değil aynı zamanda işletme maliyetleri, bakım, geliştirme ve destekleme maliyetleri de bu seçimde göz önünde bulundurulması gereken unsurlardır. Bu sebepten dolayı ekonomiklik ve performans ile ilgili kriterler arasından firmanın tedarikçi seçimine uygun kriterlerin değerlendirilip öncelik sırasına konulmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu süreç aynı zamanda hem seçim sürecini kısaltacak hem de karar vermede başarıyı artıracaktır (Tam ve Tummala, 2001).

Bir işletmenin potansiyel tedarikçiler listesinden seçim yapmak için sistematik bir işlem ve yaklaşım gerekmektedir. Tedarikçinin yeterliliği, hem genel hem de teknik bir takım kriterleri esas alarak ölçülmelidir. Ayrıca mevcut tedarikçiler potansiyel tedarikçilerle belli bir bazda karşılaştırılmalıdır. Bir tedarik stratejisi olarak, mal satmak için rekabet eden fazla sayıda tedarikçinin olması bir firma için iyi bir politikadır. Tedarik bazının yerel, ulusal ve uluslararası tedarikçiler ile çalışmak yoluyla genişletilmesi politikası hedef pazarlarda rekabet edilmesine yardımcı olmaktadır (E. Şen, 2006).

### **2.3.1. Tedarikçi Seçim Probleminde Uygulanan MCDM Teknikleri ve Kriter Seçimi**

Tedarikçi seçimi problemine yönelik bugüne kadar birçok araştırma yapılmıştır. Bu kısımda uygulanan modellere ve kriter seçimine yönelik çalışmalara değinilecektir.

Tedarikçi seçimi problemine yönelik çalışmalara bakıldığında en çok uygulanan modellerden kriter ve seçime dayalı, Çok kriterli karar verme ve Çok amaçlı karar verme yöntemleri, performans ölçümüne dayalı Veri Zarflama yöntemleri gözükmektedir.

Tedarikçi performansını birçok nicel ve nitel faktör etkilemektedir. Literatürde yapılan çalışmalarda da bu konuya değinilmiş ve ilgili faktörlerin etkisi ile tedarikçi

seçim problemi MCDM problemi olarak nitelendirilmiştir. Bu konuda literatürde birçok çalışma yapılmıştır. Çalışmalarla ilgili literatür araştırması tezin literatür kısmında verilmiştir. Tedarikçi seçimi ile ilgili çalışmalar ve uygulanan modeller Tablo 2.1’de özetlenmiştir.

**Tablo 2. 1.** Tedarikçi Seçim Probleminde Uygulanan Modeller ve Yöntemler

Model veya Yöntem	Yazar (Yıl)
VZA	Baker ve Talluri (1997), Braglia ve Petroni (2000), Liu vd., (2000), Forker ve Mendez (2001), Braglia ve Petroni (2000), Narasimhan vd., (2001), Talluri ve Baker (2002), Talluri and Sarkis (2002), Talluri ve Baker (2002), Talluri ve Narasimhan (2004), Talluri ve Narasimhan (2004), Garfamy (2006), Ross vd., (2006), Saen (2006), Seydel (2006), Talluri vd., (2006), Saen (2007a), Wu vd., (2007)
Doğrusal programlama	Talluri ve Narasimhan (2003), Talluri ve Narasimhan (2005), Ng (2008)
Tam sayılı doğrusal programlama	Talluri (2002), Hong vd., (2005)
Tam sayılı doğrusal olmayan programlama	Ghodsypour ve O’Brien (2001)
Hedef programlama	Karpak vd., (2001)
Çok amaçlı programlama	Narasimhan vd., (2006), Wadhwa ve Ravindran (2007)
AHP	Akarte vd., (2001), Muralidharan vd., (2002), Chan (2003) Chan ve Chan (2004), Liu ve Hai (2005), Chan vd., (2007), Hou ve Su (2007)
ANP	Sarkis ve Talluri (2002), Bayazit (2006), Gencer ve Gürpınar (2007)
Bulanık küme teorisi	Chen vd. (2006), Sarkar ve Mohapatra

	(2006), Florez-Lopez (2007)
Çok ölçütlü sıralama teknikleri	Barla (2003), Huang ve Keska (2007)
Genetik algoritma	Ding vd., (2005)
Bütünleşik AHP ve Çok ölçütlü görüşme mekanizması (multi-attribute negotiation mechanism) yaklaşımı	Chen ve Huang (2007)
Bütünleşik AHP ve VZA	Ramanathan (2007), Saen (2007), Sevklı vd., (2007)
Bütünleşik AHP ve VZA ve Yapay sinir ağları	Ha ve Krishnan (2008)
Bütünleşik AHP ve Hedef programlama	Çebi ve Bayraktar (2003), Wang vd., (2004, 2005), Perçin (2006), Kull ve Talluri (2008), Mendoza vd., (2008)
Bütünleşik AHP ve Gri ilişkisel analiz	Yang ve Chen (2006)
Bütünleşik AHP ve Karma tam sayılı doğrusal olmayan programlama	Mendoza ve Ventura (2008), Mendoza vd., (2008)
Bütünleşik AHP ve Çok amaçlı programlama	Xia ve Wu (2007)
Bütünleşik Bulanık ve AHP	Kahraman vd., (2003) Chan ve Kumar (2007)
Bütünleşik Bulanık ve AHP ve Kümeleme analizi	Bottani ve Rizzi (2008)
Bütünleşik Bulanık ve Genetik algoritma	Jain vd., (2004)
Bütünleşik Bulanık ve Çok amaçlı programlama	Amid vd., (2006)
Bütünleşik Bulanık ve Kalite fonksiyon yayılımı	Bevilacqua vd., (2006)
Bütünleşik Bulanık ve SMART	Kwong vd., (2002), Chou ve Chang (2008)
Bütünleşik Yapay sinir ağları ve Genetik algoritma	Lau vd., (2006)
Bütünleşik ANP ve Çok amaçlı programlama	Demirtas ve Üstün (2008)

Bütünleşik ANP ve Genetik algoritma	Demirtas ve Üstün (2009)
Bütünleşik VZA ve Çok amaçlı programlama	Weber vd., (2000), Talluri vd., (2008)
Bütünleşik VZA ve SMART	Seydel (2005)
Bütünleşik Çok amaçlı programlama ve Genetik algoritma	Liao ve Rittscher (2007)

Literatür çalışması sonucunda Tedarikçi seçiminde kullanılan kriterlerin tamamı Tablo 2.2’de özetlenmiştir.

**Tablo 2. 2.** Tedarikçi Seçim Probleminde kullanılan Kriterler

Fiyat Kalite Dağıtım (Zamanında teslimat) Ürün garanti süresi Tedarikçinin bakım desteği Tedarikçinin davranışı Eğitim destekleri Tedarikçinin performansı Finansal durumu Tedarikçi lokasyonu İki taraflı anlaşmalar Yönetim ve organizasyonu Tedarikçi iletişimi Teknik kapasitesi Üretim yetenekleri ve kapasiteleri Ürün ambalajlama kalitesi Operasyonel kontroller Tedarikçinin ürünle ilgili tecrübesi Ünü ve pozisyonu Prosedürlere uyma Tedarikçi firmanın izlenimi Tedarikçinin istekliliği Tedarikçi firmanın iş süreçleri kayıtları	(Dickson, 1966)
Satın alma fiyat iskontosu	Chaudhry vd., 1993

Tedarikçi firma kalite takımı ziyaretleri Tedarikçi firmanın yabancı para birimi kuru Tedarikçi vizyonunun firma vizyonuna uyumu	(Min, 1994)
Tedarikçi firmanın güvenilirliği Teknolojisi Gelecekteki üretim yetenekleri Tedarikçi firmanın gelişime açıklığı	(Vokurka, Choobineh ve Vadi, 1996)
Tasarım/süreç geliştirmesi	(Humphreys vd., 1998)
Maliyet Hizmet Ürün hata ölçümleri Tedarikçi süreç yetenekleri Tedarikçinin değişimlere cevap verebilme yeteneği Tedarikçi süreç esnekliği	(Ghodsypour ve O'brien, 1998)
Tedarikçi firmaya yapılan ödemelerdeki vergi miktarları	(Motwani ve diğ., 1999)
Tedarikçi firmaya yapılan ödemelerdeki vergi miktarları Teknoloji yatırımları Destek hizmetlerinin kalitesi Tedarikçinin uzmanlığı Tedarikçinin üretim teknolojisi Tedarikçi tarafından kullanılan kalite sistemi İşleme maliyeti Bakım maliyet	(Tam ve Tummala, 2001)
Tedarikçi ödeme vadesi Tedarikçinin serbest bölgede deposunun olması	Bharadwaj, 2004
Tedarikçi firmayla yapılan ticaretin miktarı	(F.-H. F. Liu ve Hai, 2005)

Tedarikçi kriterlerinin belirlenmesiyle ilgili yapılmış en kapsamlı çalışmalardan bir tanesi Dickson' nun 1966 yılında, A.B.D. ve Kanada, Ulusal Satın alma Müdürleri Topluluğundan seçilmiş 273 satın alma sorumlusu ve müdürüyle yapmış olduğu çalışmadır. Bu çalışma neticesinde Dickson tedarikçi değerlendirme ve seçiminde göz önünde bulundurulması gereken 23 temel kriter tanımlamıştır. Dickson'nun bu

çalışması, ileriki yıllarda yapılacak çalışmalara ışık tutmuştur. Belirlenen bu kriterler birçok çalışmada kullanılmaya devam etmektedir (Akdeniz ve Turgutlu, 2007). Bu çalışmanın da uygulama kısmında ilk kriterler olarak Dickson'nun 23 kriteri ele alınmıştır. Bu kriterler aşağıda kısaca açıklanmıştır (Benyoucef vd., 2003);

*Fiyat:* Tedarik edilen hammaddenin firma için satın alma ve lojistik maliyeti ile birlikte toplam maliyetidir.

*Kalite:* Hammaddenin firmanın istediği kalite düzeyinde, hata oranı düşük ve güvenilir olmasını ifade eder.

*Dağıtım(Zamanında Teslimat):* Sipariş edilen hammaddenin tam firmanın istediği zamanda teslim edilebilmesini ifade eder.

*Ürün garanti süresi:* Tedarikçi firmanın ürünle ilgili sorumluluğu ve garanti süresi politikalarını ifade eder.

*Tedarikçinin bakım desteği:* Her bir tedarikçini verebileceği tamir destekleri anlamındadır.

*Tedarikçinin davranışı:* Tedarikçinin firmaya karşı davranış ve tutumunu ifade etmektedir.

*Eğitim destekleri:* Tedarikçilerin ürünle ilgili eğitim yardımları ve verebileceği kursları ifade eder.

*Tedarikçinin performansı:* Tedarikçi firmanın performans geçmişini ifade etmektedir.

*Finansal durumu:* Tedarikçi firmanın finansal pozisyonu ve kredileri anlamındadır.

*Tedarikçi lokasyonu:* Tedarikçi firmanın coğrafi konumu ve firmadan mesafesi ve uzaklığını ifade etmektedir.

*İki taraflı anlaşmalar:* Gelecekte yapılacak satın almayla ilgili anlaşmaları ifade etmektedir.

*Yönetim ve organizasyonu:* Tedarikçi firmanın yönetim ve organizasyon sistemin ifade etmektedir.

*Tedarikçi iletişimi:* Her tedarikçinin iletişim sistemi, sipariş alma ve bilgi edinme prosedürünü ifade eder.

*Teknik kapasite:* Teknik açıdan araştırma ve geliştirme imkanlarını kapsamaktadır.

*Üretim yetenekleri ve kapasiteleri:* Tedarikçi firmanın ürettiği ürünle ilgili olanakları ve kapasiteleridir.

*Ürün ambalajlama kalitesi:* Tedarikçinin firmanın ambalajlamayla ilgili ihtiyaçlarını karşılama kabiliyetini ve kalitesini ifade eder.

*Operasyonel kontroller:* Tedarikçinin kalite kontrol raporları ve envanter kontrol sistemini göstermektedir.

*Tedarikçinin ürünle ilgili tecrübesi:* Tedarikçinin geçmişte ürün ile ilgili yaptığı iş hacmi ve miktarını ifade eder.

*Ünü ve pozisyonu:* Tedarikçi firmanın piyasada pozisyonu, itibarı ve ürününün liderlik başarısını ifade eder.

*Prosedürlere uyma:* Tedarikçinin, firmanın faaliyet ve tekliflerine uyum sağlama olasılığını ifade etmektedir.

*Tedarikçi firmanın izlenimi:* Tedarikçideki her elemanın firmayla teması olduğu zaman yarattığı izlenim ve etkiyi ifade eder.

*Tedarikçinin istekliliği:* Tedarikçinin firma ve piyasada çalışma isteğini göstermektedir.

*Tedarikçi firmanın iş süreçleri kayıtları:* Her tedarikçinin iş ilişkileri kayıtlarını ifade etmektedir.

Tedarikçi seçim sürecinde birçok kriterin dikkate ala zorunluluğu, tedarikçi seçim kriterlerinin kendi aralarında çelişebilir özellikte olmaları, (örneğin; en iyi fiyatı teklif eden tedarikçinin en kaliteli üretici olmaması veya en iyi kalitede ürün sağlayan tedarikçinin zamanında teslimat yapmıyor olması), ayrıca tedarikçi seçim kararının işletmelerde çoğunlukla grup halinde alınıyor olması gibi birçok durum nedeniyle işletmeler için tedarikçi seçim problemi çok sayıda kriterin dikkate alınmasını gerektiren çok kriterli zor bir karar verme problemidir. Ayrıca üretim prosesinin hammadde tedariki ile başlayıp, ürünün teslimi ile sona erdiği düşünülürse, sanayi kuruluşlarının ana müşteri beklentilerini karşılama başlangıç noktasını tedarikçi seçimi teşkil etmektedir. Çünkü tedarikçiden alınan hammaddenin kalite düzeyi, tedarikçinin teslim tarihi ve hammadde fiyatları üretilen ürünlerdeki müşteri beklentilerine

etki eden ana faktörlerdendir. Tüm bu kriterler düşünülürken, tedarikçi seçim problemi, analitik yaklaşım ile çözülmesi gereken bir karar verme problemi olarak düşünölmelidir (Demir, 2010).

Yukarıdaki mantıkla yola çıkarak tedarikçi seçimi kriterleri arasında bir seçim yapmak ve uygulamada değeriendirilecek olan firmaya ait kriterleri, önemine göre sıralamak amacıyla Çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılmıştır.

Çok kriterli karar verme yöntemlerinde, seçilen kriterlere göre alternatifler değeriendirilir. Karar vericiler değeriendirme yaparken hem nitel hem de nicel kriterleri değeriendirmek zorundadırlar. Klasik çok kriterli karar verme yöntemlerinde değeriendirmeler yapılırken kesin sayılar kullanılmaktadır. Oysa gerçek dünyada alternatifler ile ilgili bilgiler genellikle belirsizdir veya karar vericiler yaklaşık, eksik ve iyi tanımlanmamış bilgiler verebilir. Pratikte değeriendirmeler kesin sayılarla tam olarak tayin edilemez. Bütün bu problemlerle baş etmek için bulanık küme teorisi Çok kriterli karar verme problemlerinde sıklıkla uygulanmıştır (Arslan ve Aydın, 2008). Bu çalışmada da tedarikçi kriterlerini sıralamak ve seçim yapmak için ikinci ve üçüncü bölümde açıklayacağımız Çok kriterli karar verme yöntemlerinden Bulanık TOPSIS yöntemi kullanılmıştır.



## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### BULANIK MANTIK

#### 3.1. BULANIK MANTIĞIN TANIMI

Günlük hayattaki konuşmalarımızda ve birçok olayda ayrımlarımız, gruplamalarımız o kadar kesin, net değildir. Örneğin; pahalı giyecekler, tehlikeli hastalıklar, güzel müzik, soğuk gün gibi kategori ve gruplamalar net sınırlara, ayrımlara sahip değildir. Bir elma kırmızı, açık kırmızı ya da koyu kırmızı olabilir. Bunun gibi bazı şeyleri ifade ederken sınır değerler bulunan çevreye ve insanlara göre değişmekte ve gerçek dünyanın karmaşıklığının sebeplerindedir. Karmaşıklığın ve belirsizliğin meydana getirdiği problemler insanoğlu düşünebildiğinden beri insanların bilinçaltına yerleşmiştir. Her yere yayılan bu karmaşıklıklar insanların karşısına sosyal, ekonomik ve teknik problemler olarak çıkmıştır ve insanlar bu problemleri çözmek için problemleri belirli sistemler olarak kabul etmiş ve çözüm teknikleri geliştirmiştir (Abdel-Kader ve Dugdale, 2001).

Bir sistem hakkında daha çok bilgi sahibi olundukça, sistemin karmaşıklığı azalmakta ve analizcinin anlama kapasitesi yükselmektedir. Karmaşıklık seviyesi azaldıkça modelleme sistemlerindeki hesaplama yöntemlerinin sağladığı kesinlik daha kullanışlı bir hal almaktadır. Az karmaşık ve az belirsizlik içeren sistemlerde kapalı formdaki matematiksel ifadeler sistemin kesin olarak tanımının yapılabilmesini sağlamaktadır. Biraz daha karışık ancak daha çok kesin veriye sahip sistemlerde ise, yapay sinir ağları gibi, bağımsız modelleme yöntemleri öğrenmedeki belirsizliği düşürülebilmesi için güçlü bir anlayış sağlamaktadır. Eğer sistem çok karmaşık bir halde ve çok az sayısal veriye sahip ise ve bu veriler belirsiz bilgiler şeklinde ise Bulanık mantık gözlenen giriş çıkış durumlarını hesaba katarak sistemin davranışının açıklanmasını ve sistemin etkili bir şekilde çözülebilmesini sağlamaktadır. Bu nedenle bulanık modellerdeki belirsizlik genellikle oldukça yüksektir. Kesinlik durumunun görüldüğü yerlerde bulanık sistemler, problemin en iyi şekilde anlaşılmasını sağlayan kesin algoritmalarından daha az etkili olmaktadır. Ancak belirsiz bilgiler ile oluşturulmuş problemlerin modellenmesine ve bu problemlerin çözümünde daha çok etkili ve başarılıdır (Pakdamar, 2009).

Zadeh (1973)'e göre; "Bir sistemin karmaşıklığı arttıkça, onun davranışıyla ilgili kesin ve anlamlı ifadeler kurma yeteneğimiz belirli bir eşige ulaşınca kadar düşer. Bu eşikten sonra, kesinlik ve anlamlılık neredeyse birbirinden tam bağımsız özellikler haline gelirler". İngilizce "fuzzy" kelimesi "bulanık, belirsiz, hayal" anlamına gelmektedir. Bulanıklık gözetilerek kurgulanan mantık, bulanık mantık olarak tanımlanır ve bulanık mantık teorisi, bulanık kümelere dayanır. Bulanık küme kavramının Lotfi A. Zadeh tarafından ortaya atılmasından sonra, bulanık mantık özellikleri ve uygulamaları alanında yoğun çalışmalar yapılmış ve önemli gelişmeler sağlanmıştır (Daneshvar Rouyendegh, 2009).

### 3.1.1. Bulanık Mantık

Bulanık mantık<sup>1</sup> Lotfi A. Zadeh'in 1965'te yayınladığı "Fuzzy Sets" çalışması sonrası geçen yıllar içinde teknik olarak çok uzun yol kat etmiş ve bilim dünyasında kendine geniş bir uygulama alanı bulmuştur.

Bulanık mantık aslında klasik mantığın genel ve donanımlı halidir. Klasik mantığın iki değerli (0 ve 1) olduğundan her bir önermenin tamamen doğru ya da yanlış olduğu kabul edilmektedir. Bulanık mantık çok değerli olduğundan önermeler sıfırla bir arasında her bir değeri alabilmektedir. Bulanık mantığın belirsizlik durumlar altında ve kesin olmayan verilere dayalı problemlerde kullanılması daha uygun gözükmektedir. Bulanık mantığın diğer mantık sistemlerinden önemli bir farklılığı, sözel değişkenlerin kullanımına izin vermesidir. Sözel değişkenler net olarak ifade edilemeyen kavramların yaklaşık olarak nitelenebilmesini sağlar. Böylece sözel değişkenler, sözel ifadeleri matematiksel olarak ifade edebilmek için bulanık kümelerin kullanımını gerektiren bir araç haline gelirler(Şengül, Eren ve Eslamian, 2012).

### 3.2. BELİRSİZLİK

Bulanıklık (mantık, sistem, küme) belirsizliğin bir ifadesi olarak karşımıza çıkar. Geçmişte, belirsizliklerin işlenmesi ve anlamlı sonuçlara varılabilmesi için ihtimaller teorisi kullanılmıştır. Matematik ve mühendislikte bu teori belirsizlik durumlarında istatistik yöntemlerle beraber kullanılır. Bu nedenle de, bütün belirsizliklerin rast gele özellikte olduğu kavramı yaygınlaşmıştır. Rast geleliğin en önemli özelliği, sonuçların

---

<sup>1</sup> Fuzzy logic

ortaya çıkmasında tamamen şans olayının rol oynaması ve gerekli öngörülerin ve tahminlerin kesin bir doğrulukla önceden yapılamamasıdır. Ancak, bilinen belirsizliklerin hepsi rast gele karakterde değildir. Günlük hayatta karşılaşılan belirsizliklerin çoğunun rast gele olmadığı kolayca anlaşılabilir (İnan, 2008).

Belirsizlik kavramı bir problemin verilerinin bazısı ya da hepsinin yeteri kadar güvenli olmadığından kaynaklanmaktadır. Kesin bilinmeyen veriler genellikle üç kategoride yer almaktadırlar:

*Kesin olmayan veriler:* Bu veriler tahmini olarak gösterilir. Örneğin " havanın nem ortalaması yaklaşık %70'dir " ifadesi havanın nem miktarının tahminidir.

*Aralık veriler:* Verilerin kesin bir değerinin bilinmediği ve verilerin belirli bir aralıkta olduğu durumlardır.

*Sözel veriler:* Veriler bilimsel ve kesin değerlerle gösterilemez ancak önemli, önemsiz, çok, az, orta vb. terimlerle ifade edilir.

Kullandığımız teknolojinin zaafı, olanakların kısıtlı olması veya maliyetlerin artması vb. şartlardan dolayı belirsizliğin önlenmesi oldukça zordur. Bu yüzden belirsizlik ortamında bulunan problemler için çözüm bulmak zorlaşır ve Bulanık küme teorisi en etik ve etkin şekilde bu problemleri ifade etme gücüne sahip olabilmektedir (Ataei, 2011).

### 3.3. KLASİK KÜMELER

Belirli bir önermeyi doyuran bütün nesnelere topluluğuna küme, kümeye ait nesnelere her birine kümenin elemanı denir. Klasik küme (keskin küme)<sup>1</sup> anlayışında, herhangi bir topluluğu küme sayabilmek için hangi nesnelere bu topluluğun birer elemanı olduğu, hangilerinin de olmadığını kesinlikle bilinmelidir (Oruç, 2008).

Klasik kümeler farklı biçimlerde ifade edilebilirler. Birinci tür bir kümenin elemanlarının gösterilmesidir,

$$A = \{x_1, x_2, \dots, x_n\} \quad (3.1)$$

ikinci tür kümenin elemanlarının özelliklerinin açıklanmasıdır,

---

<sup>1</sup> crisp set

$$A = \{x \in X | P(x)\} \quad (3.2)$$

üçüncü tür fonksiyon şeklinde,

$$\mu_A(x) : X \rightarrow \{0,1\} \quad (3.3)$$

gösterimidir.

Karakteristik fonksiyon evrensel kümeyi ( $X$ ) 0 ve 1 değerleriyle göstermektedir.  $A$  kümesinin elemanlarıysalar 1 değeri ve aksi durumda 0 değerini almaktadırlar (Shavandi, 2006).

Üyelik fonksiyonu<sup>1</sup>, herhangi bir elemanın kümeye ait olma derecesinin fonksiyon şeklinde ifade edilmesidir ve  $\mu_A(x)$  şeklinde gösterilir.  $\mu_A(x)$ ,  $x$  elemanının  $A$  kümesine ait olma derecesini ifade eder.

Klasik küme teorisinde bir eleman ya kesin olarak kümenin elemanıdır ya da kesin olarak elemanı değildir. Eğer kümenin elemanıysa üyelik fonksiyonu derecesi 1, kümenin elemanı değilse 0 üyelik fonksiyonu derecesini almaktadır (Abdel-Kader ve Dugdale, 2001).

### 3.4. BULANIK KÜMELER

Zadeh yeni bir belirsizlik ile karşılaşılınca karar vermenin anahtarının küme üyeliği olduğunu belirtmiştir. Zadeh, ‘uzun, kırmızı, durağan’ gibi yüklemelerin ikili üyelik fonksiyonuyla ifade edilen klasik kümeler yerine, dereceli üyelik fonksiyonuyla ifade edilen “Bulanık küme” tanımlamasını önermiştir (Zadeh, 1965).

‘Bulanık küme’ kavramı, hassasiyetin arttırılması açısından, klasik kümeye göre daha uygun olan yeni bir araç sağlamaktadır. Getirdiği yaklaşım, klasik küme kuramlarında kullanılan üyelik kavramını bir kenara bırakıp yerine tamamen yenisini koymak değil, iki-değerli üyeliği çok-değerliliğe taşıyarak genellemesini yapmaktır.

Daha öne anlattığımız gibi Aristo mantığında (klasik Küme), bir kümeye giren öğelerin o kümeye ait oluşları durumunda üyelik dereceleri 1'e, ait olmamaları durumunda ise 0'a eşit var sayılmıştır. 0-1 arasında hiçbir üyelik derecesi düşünülemez. Bulanık kümeler kavramında ise 0 ile 1 arasında değişen, değişik üyelik derecelerinden

---

<sup>1</sup> membership function

söz etmek mümkündür. Aslında Zadeh küme öğelerinin üyelik derecelerinin 0 ile 1 arasında değişebileceğini ileriye sürerek kümeler teorisinde geniş uygulamaya sahip ve doğal hayatla uyumlu olan bulanık küme teorisini geliştirmiştir. Bu şekilde tanımlanan üyelik derecelerinin her birinin bulanıklığı için üç temel özelliği sağlaması tanım olarak gerekmektedir. Bunlar:

1) Bulanık kümenin normal olmasıdır, yani en azından o kümede bulunan öğelerden bir tanesinin en büyük üyelik derecesi olan  $l'$  e sahip olması gerekliliğidir.

2) Bulanık kümenin monoton olmasıdır, bunun anlamı üyelik derecesi  $l'$  e eşit olan öğeye yakın sağda ve soldaki öğelerin üyelik derecelerinin de  $l'$  e yakın olmasıdır.

3) bulanık kümenin simetrik olmasıdır, bunun anlamı üyelik derecesi  $l'$  e eşit olan öğeden sağa veya sola eşit mesafede hareket edildiği zaman bulunan öğelerin üyelik derecelerinin birbirine eşit olmasıdır (İnan, 2008).

### 3.4.1. Bulanık Kümelerin Gösterimi

Bulanık kümeler de klasik kümelere benzer şekilde gösterilebilir. Bunlardan birincisi küme elemanlarının üyelik derecelerine göre sıralanması, diğeri de matematiksel olarak üyelik fonksiyonu şeklinde gösterilmesidir.

Bulanık kümelerde üyelik dereceleri arasındaki geçiş yumuşak ve sürekli bir şekilde olmaktadır. Öğeler bulanık kümeye kısmi derecede aittir. Bulanık kümelerde klasik kümelerdeki karakteristik fonksiyon,  $\mu_A(x): X \rightarrow \{0,1\}$ , yerini üyelik fonksiyonuna bırakır. Bu da;

$$\mu_{\tilde{A}}(x): X \rightarrow [0,1] \quad (3.4)$$

şeklinde gösterilir.

Genel olarak küme üyelerini değerleri ile gösteren eğriye *üyelik fonksiyonu (önem eğirisi)* adı verilir. Üyelik fonksiyonu grafiğinde x eksenini üyeleri gösterirken, y eksenini üyelik derecelerini gösterir.  $\tilde{A}$  Bulanık kümesi  $\mu_{\tilde{A}}(x): X \rightarrow [0,1]$   $\tilde{A}$ 'nın üyelik fonksiyonu ve  $\mu_{\tilde{A}}(x) \in [0,1] \forall x \in X$ 'in  $\tilde{A}$  'da ki üyelik derecesi olmak üzere;

$$\tilde{A} = \{(\mu_{\tilde{A}}(x), x)\} \quad (3.5)$$

olarak yazılabilir. Bu durumda X'deki Bulanık küme olan  $\tilde{A}$ ;

$$\tilde{A} = \{(\mu_{\tilde{A}}(x), x)\} = \{\mu_{\tilde{A}}(x)/x\} \quad (3.6)$$

$$\tilde{A} = \{\mu_{\tilde{A}}(x_1)/x_1 + \mu_{\tilde{A}}(x_2)/x_2 + \dots + \mu_{\tilde{A}}(x_n)/x_n\} \quad (3.7)$$

ve bu da;

$$\tilde{A} = \{\sum \mu_{\tilde{A}}(x_i)/x_i\} \quad (3.8)$$

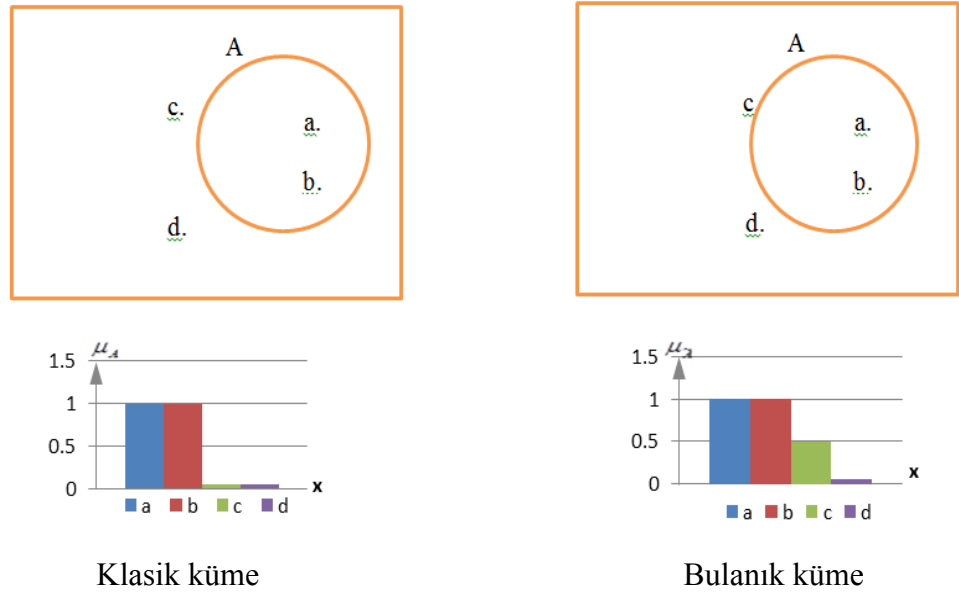
dir.

Bulanık kümenin sürekli olması durumunda gösterim;

$$\tilde{A} = \{\int \mu_{\tilde{A}}(x_i)/x_i\} \quad (3.9)$$

şeklinde olacaktır (Baykal ve Beyan, 2004).

Şekil 3.1 de klasik ve Bulanık kümenin grafiği gösterilmektedir (Baykal ve Beyan, 2004);



**Şekil 3. 1.** Klasik ve Bulanık Kümenin

Yukarıdaki şekilde A kümesinin klasik ve bulanık küme şekli gösterilmiştir. Her iki şekilde de a ve b elemanları A kümesinin tam elemanı olduğundan üyelik dereceleri de 1'dir, c ise sınır bölgesinde yer aldığı için klasik kümede üyelik derecesi 0 ve bulanık kümede 0.5 olarak bilinmektedir. d elemanı A kümesinden çok uzak olduğu için hem klasik hem de Bulanık kümede üyelik derecesi 0'dır.

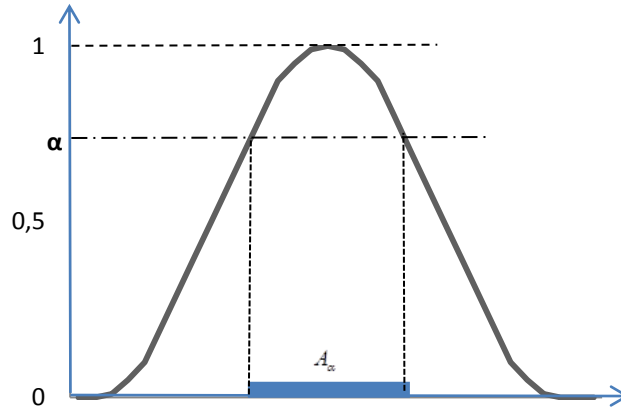
### 3.4.2. $\alpha$ - Kesim Seviyesi

Alfa-kesimler Bulanık kümelerden klasik (bulanık olmayan) kümeler üreten dilimlerdir. Bir bulanık  $\tilde{A}$  kümesinin  $\alpha$  – kesimi klasik X kümesinin  $\tilde{A}$  kümesi içerisindeki  $\alpha$  sayısından büyük ya da eşit üyelik derecesine sahip elemanların oluşturduğu klasik kümedir. Aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$A_\alpha = \{x \mid \mu_{\tilde{A}}(x) \geq \alpha\} \quad (3.10)$$

eğer  $\alpha$ -kesimde üyelik dereceleri  $\alpha$  sayısından büyük ise,  $\tilde{A}$  kümesinin kuvvetli  $\alpha$  – kesimi adı verilir ve aşağıdaki gibi gösterilir(Shavandi, 2006):

$$A'_\alpha = \{x \mid \mu_{\tilde{A}}(x) > \alpha\} \quad (3.11)$$



Şekil 3. 2. Bulanık Kümede  $\alpha$ - Kesim

### 3.5. BULANIK SAYILAR

Bulanık kümelerin alt kümeleri olarak bilinen Bulanık sayılar<sup>1</sup>, yaklaşık olarak sayısal miktarları daha doğru bir şekilde ifade etmektedirler. Bulanık sayılar, üyelik dereceleri  $[0,1]$  aralığındaki sayılar olarak bilinmektedirler (Zadeh, 1965). Üyelik

---

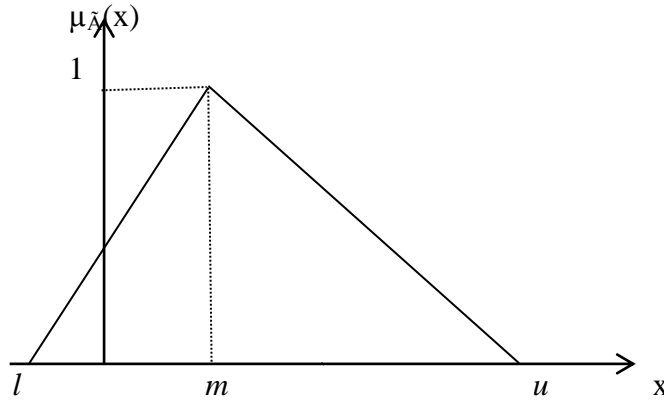
<sup>1</sup> Fuzzy Numbers

fonksiyonları Tekil, Üçgen<sup>1</sup>, Yamuk<sup>2</sup>, Gaussian, Çan Şekli, Sigmoidal, gibi isimler verilerek adlandırılabilir. Ayrıca üyelik fonksiyonlarını kesikli-sürekli, parametrik-parametrik olmayan ve simetrik-asimetrik şeklinde sınıflandırmak mümkündür (Şengül ve diğ., 2012). Bulanık sayılar kendi üyelik fonksiyonu çeşitliği kadar çeşitlidirler. Ele alınan konuya göre değişik bulanık sayılar kullanmak mümkündür. Genel olarak pratik uygulamalarda daha çok kullanılan üçgen ve yamuk olmak üzere iki tane bulanık sayı söz konusudur (Baykal ve Beyan, 2004).

### 3.5.1. Üçgen Bulanık Sayı

Üçgen üyelik fonksiyonu üç parametre ile tanımlanmaktadır. Bu parametreler  $l, m, u$  olarak alınırsa üçgen üyelik fonksiyonunun bileşenleri ve şekli aşağıda verilmiştir (Şengül ve diğ., 2012) ve (Baykal ve Beyan, 2004).

$$\mu_{\tilde{A}}(x, l, m, u) = \begin{cases} l \leq x \leq m & \text{ise} & \frac{(x-l)}{(m-l)} \\ m \leq x \leq u & \text{ise} & \frac{(u-x)}{(u-m)} \\ x > u \text{ veya } x < l & \text{ise} & 0 \end{cases} \quad (3.12)$$



Şekil 3. 3. Üçgen Üyelik Fonksiyonu

<sup>1</sup> Triangular

<sup>2</sup> Trapezoidal

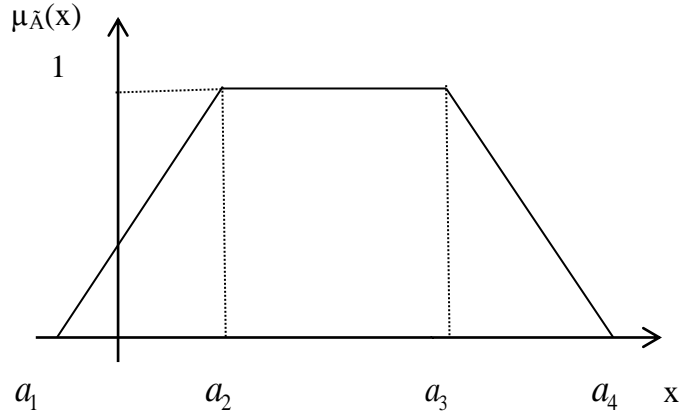


Eğer üçgen üyelik fonksiyonu söz konusu ise verilen bir bulanık alt kümede sadece bir öğenin üyelik derecesi 1'e eşit olacak diğer öğelerin üyelik derecesi ise  $[0,1]$  aralığında değişecektir.

### 3.5.2. Yamuk Bulanık Sayı

Bulanık sayıların diğer bir çeşididir ve gerçek sayılara ait dördü<sup>1</sup> ile karakterize edilir;  $(a_1, a_2, a_3, a_4)$ . Yamuk bulanık sayılar için üyelik fonksiyonu ve şekli aşağıdaki gibidir (Bector ve Chandra, 2005) ve (Baykal ve Beyan, 2004).

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} x \leq a_1 & \text{ise} & 0 \\ a_1 \leq x \leq a_2 & \text{ise} & \frac{(x-a_1)}{(a_2-a_1)} \\ a_2 \leq x \leq a_3 & \text{ise} & 1 \\ a_3 \leq x \leq a_4 & \text{ise} & \frac{(a_4-x)}{(a_4-a_3)} \\ x > a_4 & \text{ise} & 0 \end{cases} \quad (3.13)$$



Şekil 3. 4. Yamuk Üyelik Fonksiyonu

<sup>1</sup> Quadruplet

### 3.5.3. Bulanık Sayılarda Cebirsel İşlemler

Geleneksel sayılarda olduğu gibi bulanık sayılarda da temel cebirsel işlemler kolaylıkla uygulanabilir. Çalışmada yamuk bulanık sayılar kullandığından temel ve önemli cebirsel işlemleri Tablo 3.1’de özet olarak gösterilmiştir.

**Tablo 3. 1.**  $\tilde{M}_1 = (a_1, b_1, c_1, d_1)$  ve  $\tilde{M}_2 = (a_2, b_2, c_2, d_2)$  Yamuk Bulanık Sayılar İçin Cebirsel İşlemler

$\tilde{M}_1 + \tilde{M}_2 = (a_1 + a_2, b_1 + b_2, c_1 + c_2, d_1 + d_2)$	Toplama
$\tilde{M}_1 - \tilde{M}_2 = (a_1 - a_2, b_1 - b_2, c_1 - c_2, d_1 - d_2)$	Çıkarma
$\tilde{M}_1 \times \tilde{M}_2 = \begin{cases} (a_1.a_2, b_1.b_2, c_1.c_2, d_1.d_2) & \tilde{M}_1 > 0, \tilde{M}_2 > 0 \\ (a_2.d_1, b_2.c_2, c_2.b_1, d_2.a_1) & \tilde{M}_1 < 0, \tilde{M}_2 > 0 \\ (d_1.d_2, c_1.c_2, b_1.b_2, a_1.a_2) & \tilde{M}_1 < 0, \tilde{M}_2 < 0 \end{cases}$	Çarpma
$\frac{\tilde{M}_1}{\tilde{M}_2} = \begin{cases} \left( \frac{a_1}{d_2}, \frac{b_1}{c_2}, \frac{c_1}{b_2}, \frac{d_1}{a_2} \right) & \tilde{M}_1 > 0, \tilde{M}_2 > 0 \\ \left( \frac{d_1}{d_2}, \frac{c_1}{c_2}, \frac{b_1}{b_2}, \frac{a_1}{a_2} \right) & \tilde{M}_1 < 0, \tilde{M}_2 > 0 \\ \left( \frac{d_1}{d_2}, \frac{c_1}{c_2}, \frac{b_1}{b_2}, \frac{a_1}{a_2} \right) & \tilde{M}_1 < 0, \tilde{M}_2 < 0 \end{cases}$	Bölme
$\tilde{M}_1^{-1} = \left( \frac{1}{d_1}, \frac{1}{c_1}, \frac{1}{b_1}, \frac{1}{a_1} \right)$	Bulanık sayının Tersisi
$d_v(\tilde{M}_1, \tilde{M}_2) = \sqrt{\frac{1}{4}[(a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2 + (c_1 - c_2)^2 + (d_1 - d_2)^2]}$	İki Bulanık sayının uzaklığı

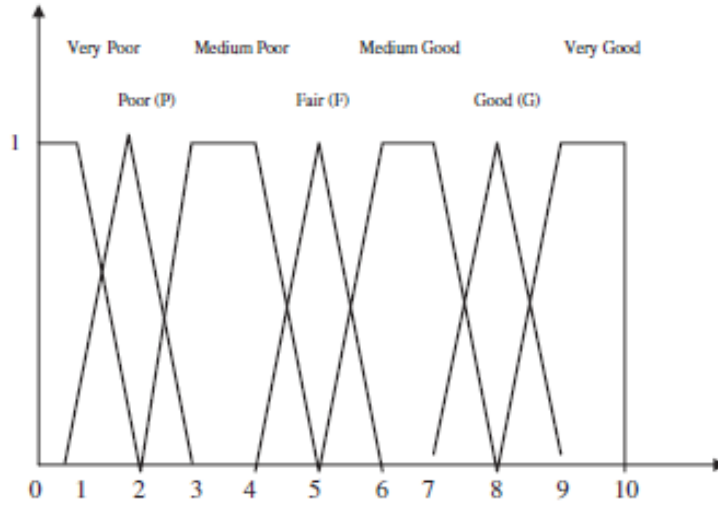
### 3.6. BULANIK SÖZEL DEĞİŞKENLER

Genelde kesin değerlere ait bilgiler, gerçek hayata ait durumların modellenmesi için yeterli olmamaktadır. İnsan muhakemelerinin ve yargılarının belirsiz ve muğlak olması gerçek hayata ait durumların kesin sayılarla sunulmasını mümkün

kılmamaktadır. Kesin değerler yerine, Sözel değişkenlerle yapılan değerlendirmelerin kullanılması daha gerçekçi bir yaklaşım sağlamaktadır. Bulanık sistemlerin esas amacı, belirsizlik içeren yargı ve fikirlerin ifade edilmesini teorik bir temele dayandırabilmektir. Bulanık mantık teorisinde, bulanık kümeler tanımsal sözcüklerle ifade edilerek değişime uğradığında sözel değişkenlerden oluşmaktadır. Bu değişim, bulanık mantık kullanılarak insan muhakemesinin formüle edilmesinde fonksiyonel bir yaklaşım sağlamaktadır (Aplak, 2010).

Karar verici grupta bulunan uzman kriterleri ve seçenekleri değerlendirirken, tecrübelerine ve sınırlı bilgilerine dayalı sübjektif yargılarına göre değerlendirme yapma yönünde eğilim göstermektedirler. Muhakeme sürecinde fikirler ifade edilirken veya tahmin yürütülürken “civarında”, “aşağı yukarı eşit”, “yaklaşık olarak iki değer arasında” gibi sözel ifadeler kullanılmaktadır (Karsak, 2004).

Bulanık küme teorisinde, sözel değişkenlerin bulanık sayılara dönüştürülmesi için dönüşüm skalaları uygulanmaktadır. Sözel değişkenlere ait örnek olarak Chen vd. (2006) çalışmasından alınan sözel değişkenlerin grafik ve tablo olarak gösterimi Şekil 3.5 ve Tablo 3.2’de verilmektedir.



**Şekil 3. 5.** Kriterler ve Tedarikçiler için Bulanık Sözel Değişkenler ve Sayıların Grafik Gösterimi

Bu çalışmada, tedarikçi seçim kriterleri ve tedarikçilerin önem derecelerinin ifade edilmesi için sözel değişkenler ve Yamuk bulanık sayılar kullanılmıştır. sözel değişkenler çok düşükten çok yükseğe göre derecelendirilmektedir.

**Tablo 3. 2.** Bulanık Sözel Değişkenler ve Bulanık Sayıları

Çok Düşük	(0, 0, 1, 2)
Düşük	(1, 2, 2, 3)
Biraz Düşük	(2, 3, 4, 5)
Orta	(4, 5, 5, 6)
Biraz Yüksek	(5, 6, 7, 8)
Yüksek	(7, 8, 8, 9)
Çok Yüksek	(8, 9, 9, 10)

## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

### KARAR VERME

#### 4.1. KARAR VERME KAVRAMI

Karar verme, karar eylemini inceleyen analitik ve sistematik bir yaklaşımdır. İyi bir karar; matematiksel temele dayanmalı, eldeki tüm verileri ve muhtemel alternatifleri dikkate almalı ve bunlara sistematik bir yaklaşım getirebilmelidir (Özdağoğlu, 2008).

Bir karar probleminin şu öğelerden oluştuğu görülmektedir (Daneshvar Rouyendegh, 2009):

- Karar Verici
- Amaç ya da Ulaşılabacak Sonuç
- Karar Ölçütü
- Seçenekler
- Olaylar
- Sonuç

Bir karar modeli problem içindeki tüm karar seçeneklerinin sistematik gelişimine ve tanımlanmasına yol gösterir nitelikteki problemi özetleyebilen araç olmalıdır, böylece karar seçeneklerinden birinin seçimi ile karar verme gerçekleşir (Özkan, 2005).

#### 4.2. KARAR ANALİZİ

Karar analizi, alternatiflerin en iyisini seçmek için akılcı bir sürecin kullanılmasıyla ilgilidir. Seçilen bir alternatifin iyiliği karar durumunun tanımında kullanılan verilerin kalitesine bağlıdır. Bu durumda, bir karar verme süreci aşağıdaki üç sınıftan birine dahil edilir:

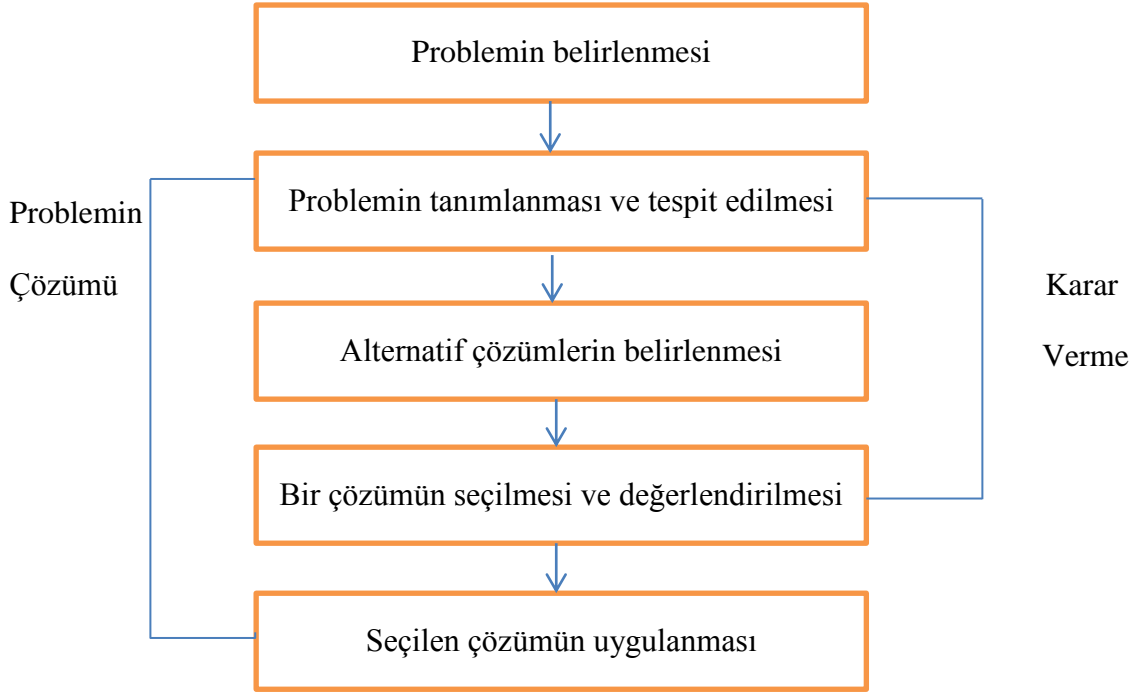
- Verilerin deterministik olarak bilindiği *belirlilik* altında karar verme.
- Verinin olasılık dağılımlarıyla tanımlanabildiği *risk* altında karar verme.
- Verinin, karar sürecindeki ilişki derecesini temsil eden bağlı ağırlıklara atanmadığı *belirsizlik* altında karar verme.

Belirlilik altında veri iyi tanımlanır, fakat belirsizlik altında veri bulanıktır. Böylelikle, risk altında karar verme “yolun yarısı” durumudur (Taha, 2007).

Karar verme işlemi, bazı sınırlayıcı şartlar altında bir takım hedeflere ulaşmak için karşılaşılan problemleri çözme sürecidir. Karar ortamları büyük oranda karmaşık, eksik ve kesin olmayan, öznel ve sözel olan bilgilere dayalı olduğu için karar verme faaliyeti zorlaşmaktadır. Karar ortamlarının bu özellikleri sebebiyle karar verme süreci bulanık çevrelerde olmaktadır. Yani karar ortamlarının çoğu amaç ve kısıt fonksiyonlarının bazı katsayılarının tam olarak belirlenemediği, belirsiz olduğu bir ortamda yer alır. Bu koşullarda Bulanık karar verme yöntemleri kullanılmaktadır (Stanciulescu, Fortemps, Installé ve Wertz, 2003).

Karar verme süreci birçok araştırmacı tarafından kendi ilgi alanlarına göre incelenmiştir. Genellikle karar sürecinin aşamaları aşağıdaki gibi ifade edilir (Momeni, 2006):

- Problemin belirlenmesi
- Problemin tanımlanması ve tespit edilmesi
- Alternatif çözümlerin belirlenmesi
- Bir çözümün seçilmesi ve değerlendirilmesi
- Seçilen çözümün uygulanması



**Şekil 4. 1.** Karar Verme Süreci

Karar alma ortamları karar alana göre tek kişilik karardan çok kişili (grup) karara ve amacına göre tek ölçütlü karardan çok kriterli karar ortamlarına dönüşmüştür. 1960'lı yıllardan başlayarak bu tür problemleri çözmek için kurumsal olarak çok sayıda yöntem önerilmiş ve geliştirilmiştir. Tezin bu aşamasında Çok kriterli karar yöntemleri ile ilgili gerekli bilgiler verilmektedir.

### 4.3. ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME

Günümüzde hızlı değişimler, işletmelerin bulunduğu ortamdaki belirsizlikleri artırmış, işletme yönetimini daha karmaşık hale getirmiştir. İşletmelerin tercih edebileceği alternatiflerin artması da buna eklenince karar verme işlemi daha zor hale gelmiştir. Zengin bir karar verme sürecine sahip bir işletmede karar verme sadece bilgi toplama değil, aynı zamanda gelişmiş karar teknikleri yardımıyla karar vermek anlamına gelmektedir.

Birçok kararda, birden fazla niceliksel yada niteliksel kriterler ve amaçlar söz konusu olmaktadır. Bunlardan bazılarının birbiriyle çeliştiği karar verme durumlarına Çok Kriterli Karar Verme<sup>1</sup> (Multi Criteria Decision Making- MCDM) adı

<sup>1</sup> Multi Criteria Decision Making

verilmektedir. Çok Kriterli Karar Vermede, kriterler arasında çelişki olması ve kriterlerin birbirini iyileştirmesinde bir başka kriterden fedakarlık edilecek olması, en iyi alternatifin seçimini zorlaştırmaktadır. Bu kriterler arasında uzlaşma sağlamak ve alternatifler arasından en uygun olanını seçmek için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir (İnan, 2008).

Çok Kriterli Karar Verme problemleri, Çok Ölçütlü Karar Verme<sup>1</sup> (MADM) ve Çok Amaçlı Karar Verme<sup>2</sup> (MODM) olarak iki kategori içerisinde sınıflandırılabilir (Lai ve Hwang, 1992). Çok Ölçütlü Karar Verme metotları belirlenen kesin alternatifler içerisinde bir alternatifin seçilmesi için kullanılır. Seçim süreci iki aşamadan oluşur. İlk olarak bütün hedeflere ve karar alternatiflerine göre verilen hükümler bir araya getirilir. İkinci olarak ise bir araya getirilen hükümler içerisinde karar alternatiflerinin derecelendirilmesi yapılır.

Çok Amaçlı Karar Verme metotları matematiksel kısıtlar yardımı ile tanımlanan sınırsız sayıdaki alternatifleri içeren amaç problemleri için kullanılır. Çok Amaçlı Karar Verme metotlarının ortak özelliği amaçların ölçülebilmesi ve iyi tanımlanmış kısıtların olması, en göze çarpan özelliği ise bir amaca ait hedefin bütünü ile başarılabilmesi için bir veya birden fazla amacın hedeflerinin başarısını göz ardı edebilme yeteneğidir. Çok Amaçlı optimizasyon problemlerinin en önemli özelliği birden fazla amaç fonksiyonuna sahip olmasıdır (Lai ve Hwang, 1992).

#### **4.3.1. Çok Ölçütlü Karar Verme Teknikleri (MADM)**

Çok Ölçütlü karar verme süreci, problem çözme süreci ile ilgilidir. Problemlerle ilgili karar vericiyi ilgilendiren birçok ölçüt bulunmaktadır. Bazı bakımlardan ölçütlerin tümü yada bir kısmına hitap eden birkaç farklı eylem yönü vardır. Karar verici ölçütleri en iyi ve kısıtları tamamen sağlayacak seçenek yada eylem yönünü belirleme problemi ile karşı karşıyadır. (Y.-J. Chen, 2011)

Çok Ölçütlü karar verme yöntemleri kullanılırken karar vericinin tercih yapısı ve davranışlarına ilişkin çeşitli varsayımlar yapılmaktadır. Bu tür yöntemlerde karar vericiden değiş-tokuş, ikili karşılaştırma, kabul edilebilirlik düzeyi vb. biçiminde tercih

---

<sup>1</sup> Multi Attribute Decision Making

<sup>2</sup> Multi Objective Decision Making



bilgi girişi yapması istenmektedir. En iyi tercih edilen çözüme varmadan önce genellikle birçok yinleme gerekli olmaktadır. En çok tercih edilen çözümü araştırma, bir durma kuralı kullanılarak ya da basit olarak karar verici mevcut çözümün yeterince iyi olduğunu hissettiğinde sona ermektedir. Bu yöntemlerin altında yatan varsayımlar, hangi çözümlerin mümkün uzlaşır çözümler olarak kabul edileceğini belirlemektedir. Bu bağlamda, gerçekçi olmayan ya da yanlış varsayımlar doyum sağlamayan sonuçlar üretebilmektedir. Bu nedenledir ki, bu konuların çok ölçütlü karar yöntemlerinin tasarımı ve geliştirilmesi üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır (Daneshvar Rouyendegh, 2009).

Literatürde çok ölçütlü karar verme yöntemleri iki Telafi Edici<sup>1</sup> ve Telafi Edici olmayan<sup>2</sup> modellerine ayrılmaktadır. Telafi Edici modellerde bir kriterdeki değişim (değerindeki artış/azalış), diğer kriter(ler)deki karşıt değişiklikler (değerindeki azalış/artış) tarafından dengelenirken, Telafi Edici olmayan modellerde bu ilişki kriterler arasında gözükmemektedir. Yani bir kriterin istenmeyen değeri veya dezavantajı, bir başka kriterdeki istenen değer veya avantajı ile giderilemez veya diğer bir ifadeyle dengelenemez. Böylece her kriter kendi başına değerlendirilmiş olur (Hwang ve Yoon, 1981) .

Yapılan literatür taramasında, yaygın olan Çok ölçütlü karar verme yöntemlerinden telafi edici olanlar; SAW<sup>3</sup>, AHP<sup>4</sup>, LINMAP<sup>5</sup>, SMART<sup>6</sup>, TOPSIS<sup>7</sup>, ELECTERE<sup>8</sup>, PROMETHEE, Gray Relational Model , ,ANP<sup>9</sup>,VIKOR<sup>10</sup> en çok kullanılanlardır. Bu modellerin ortak yanı kriterlerin telafi edici olduklarıdır. Aşağıdaki bölümlerde bu yöntemler ile ilgili kısaca bilgiler verilmiştir.

---

<sup>1</sup> Compensatory

<sup>2</sup> Non-compensatory

<sup>3</sup> Simple Additive Weighted

<sup>4</sup> Analytic Hierarchy Process

<sup>5</sup> The Linear Programming Technique for Multidimensional Analysis of Preference

<sup>6</sup> Simple Multi-Attribute Rating Technique

<sup>7</sup> Technique for Order Performance by Similarity to Ideal Solution

<sup>8</sup> Elimination et Choice in Translating to Reality

<sup>9</sup> Analytic Network Process

<sup>10</sup> VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje

#### 4.3.1.1. SAW

Ağırlıklandırılmış toplam yaklaşımı (SAW) en yaygın olarak kullanılan yöntemlerden bir tanesidir. SAW yöntemi temel olarak 1954 yılında ortaya konulmuş ve daha sonra 1968 yılında çok kriterli karar verme yöntemleri altında uygulanmaya başlanmıştır (Gwo-Hshiong, Tzeng ve Huang, 2011). Bu yöntemde en önemli problem uygun ağırlıkların belirlenmesi problemidir. Literatürde bu ağırlıkları belirlemek için AHP, Shannon Entropisi gibi çeşitli yöntemler önerilmiştir.

#### 4.3.1.2. AHP

Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) 1970'lerde Thomas Saaty tarafından geliştirilmiştir. AHP; hem objektif, hem de subjektif değerlendirme ölçütlerini kullanır. AHP, çok sayıdaki ölçütlere göre değerlendirilmesi gereken alternatifler içerisinde hangisine öncelik verilmesi gerektiği gibi çok önemli bir kararın karar verici tarafından uygulanması sağlar (Şengül ve diğ., 2012). AHP, diğer Çok kriterli karar verme problemlerinde de kriter ve alternatiflerin ikili karşılaştırma yaklaşımıyla ağırlıklarını belirlenmesinde kullanılmaktadır (Momeni, 2006).

#### 4.3.1.3. LINMAP

Doğrusal programlama tabanlı çok boyutlu performans analizi problemleri için 1973 yılında geliştirilen bir yöntemdir. Yöntemin amacı ideal çözüme en yakın olan alternatifi bulmaktır (Li ve Yang, 2004). LINMAP yöntemi çift bilgili bir yöntem olarak bilinmektedir, şöyle ki ilk önce karar verici kendi yorumunu alternatiflerin sıralamasına göre ortaya koyup daha sonra matematiksel model, bu yorumla ilgili kurulur. Yöntem genellikle ağırlıklandırma metodu olarak bilinmektedir (Bereketli, Erol Genevois, Albayrak ve Ozyol, 2011).

#### 4.3.1.4. SMART

SMART yöntemi çok nitelikli fayda teorisinde<sup>1</sup> kullanılan ve 1977 yılında Edwards tarafından ortaya konulan bir yöntemdir. Edwards bu yöntemde 10 aşamalı bir prosedür kullanarak hem amaçları belirlemede hem de bu amaçları bir hiyerarşi şeklinde göstermede yeni bir yaklaşım elde sunmuştur (Khatami Firoozabadi, 2006).

---

<sup>1</sup> Multi-Attribute Utility Theory (MAUT)

#### **4.3.1.5. TOPSIS**

TOPSIS modeli 1981 yılında Hwang and Yoon tarafından geliştirilmiştir. TOPSIS yönteminin temeli pozitif ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözüme en uzak olan iki alternatiften oluşmaktadır. Çalışmada bu yöntemin Bulanık şekli kullandığından daha sonra detaylı bir şekilde anlatılmıştır.

#### **4.3.1.6. ELECTRE**

1960'larda Roy ve Benayoun'nun çalışmalarının sonucunda "Outranking" kavramı doğrultusunda ortaya konulmuş bir Çok kriterli karar verme yöntemidir. Yöntem sürekli gelişerek kendini yenilemektedir. Şöyleki, alternatifler arasında tercih yapmak için ELECTRE I, II, III ve IV modelleri geliştirilmiştir. Modeller kriter önemi ve tercih bilgilerine ( ağırlıklar, uyumluluk ve uyumsuzluk indeksi, veto etkisi) göre alternatifler arasında tercih yaparak sıralama oluşturmaktadırlar (Tzeng ve Huang, 2011).

#### **4.3.1.7. PROMETHEE**

Brans ve Vincke tarafından 1985 yılında kriter kavramıyla ilişkili ve çok ölçütlü karar problemleri için tanımlanmıştır (Tzeng ve Huang, 2011). PROMETHEE yöntemi aslında ELECTRE yönteminde fazla parametreye ihtiyaç duyulmasından dolayı, bu karmaşıklığını giderme amacıyla genişletilmiştir. Yöntemin temeli üstünlük ve yansızlık kavramlarına dayalıdır ve alternatifler arasında tercih yaparak sıralama işlemini gerçekleştirmektedir (Khatami Firoozabadi, 2006). Yöntemin şimdiye kadar PROMETHE I, II, III ve PROMETHE IV versiyonları bazı farklılıklar uygulanarak genişletmiştir (Tzeng ve Huang, 2011).

#### **4.3.1.8. GRA**

Gri ilişkisel analiz modeli 1982 yılında profesör Deng Ju-Leng tarafından Systems and Control Letters dergisinde yayınladığı makalenin sonucunda ortaya çıkmıştır. Teorinin temelinde sistemin belirsizliği ve bilinmezliği dikkate alınmıştır. Bu bağlamda bulanık küme teorisinin genişletilmiş hali olduğunu söylemek mümkündür (Tzeng ve Huang, 2011). Modelde adı geçen "gri" kavramı bir sistemdeki bilginin tam olarak bilinmediğini ifade ederken, "beyaz" renk bilgiye tam olarak sahip olduğunu

“siyah” ise bilginin hiç bilinmediğini ifade eder. Gri teorinin amacı, sistemde “siyah” durumda olan bilgiyi “gri” duruma getirmektir (Peker ve Baki, 2011).

Analitik Ağ Süreci Analitik Hiyerarşi Süreci'nin çok genel bir modelidir. AHP'nin varsayımlarından biri aynı seviyede bulunan faktörlerin birbirinden bağımsız olması ve faktörlerin birbirine olan etkilerinin dikkate alınmamasıdır. Oysa gerçek hayatta karar verme problemlerini etkileyen birçok faktör birbiriyle etkileşim halinde bulunmakta ve en iyi kararın verilmesi faktörler arasındaki bu ilişkilerin dikkate alınmasını gerektirmektedir. Karar sürecinde faktörler arasındaki ilişkileri dikkate alan ve problemin tek bir yöne bağlı kalarak modelleme zorunluluğunu ortadan kaldıran model Saaty tarafından 1994 yılında geliştirilen Analitik Ağ Süreci (ANP) modelidir (Daneshvar Rouyendegh, 2009).

#### **4.3.1.10. VIKOR**

VIKOR yöntemi Sırpça bir kelimedenden oluşup 1998 yılında çıkan, çok ölçütlü karar verme yöntemi olarak sıralama işlemi yapan bir metottur. Yöntem alternatifler arası uzlaşmayı kullanarak optimum cevaba en yakın alternatifini seçerek sıralama işlemini yapmaktadır (Tzeng ve Huang, 2011). Yöntem işlem ve sonuçlar açısından TOPSIS yöntemine en yakın yöntemdir.

#### **4.3.2. Çok Ölçütlü Karar Verme Tekniklerinin Özellikleri ve Uygulama Alanları**

Yukarıda ismi geçen ve kısaca söz edilen çok ölçütü karar verme modelleri ve yöntemlerinin ortak özelliği Telafi edici olmalarıdır. Bu modellerde bir kriter veya ölçütün zaafı ve eksiklikleri diğer kriter veya ölçüt tarafından tamamlanmaktadır, buna rağmen bu modeller arasında uygulama alanlarında farklılıklar gözükmekte ve araştırmacılar için göz ardı olamayacak kadar önem taşımaktadır. Bu çalışmada Tedarikçi seçimi probleminde de kriterler seçimi kısmında, yöntem belirlemede, MCDM yöntemlerinin bu farklılıkları göz önüne alınarak belirlenmiştir. Bu kısımda yöntemlerin özellikleri ve Tedarikçi kriterleri seçiminde neden kullanılmadığı kısaca anlatılmıştır.

SAW yöntemi, çok ölçütü karar verme modellerinin ilkidir ve çok basit bir modeldir. Model zaman boyunca birçok araştırmada kullanılmış ve diğer modellerle kıyaslanması yapılmıştır. Yöntem uygulamadaki kriterlerin ağırlıklarını bulup kriter

verileriyle çarparak sıralama işlemini yapmaktadır. Bu tezde ilk aşamada tedarikçi kriterlerinin seçiminde, kriter değerlerinin belirlenmesi uzmanlar ve karar vericiler tarafından yapıldığı için, kriterler eşit ağırlığa sahiptir ve daha doğrusu ağırlıkları yoktur. Bu yüzden SAW yönteminin bu çalışmada uygulanması mümkün değildir.

AHP yöntemi uzman görüşüne dayalıdır ve bir ağırlıklandırma metodu olarak bilinmektedir. Yöntem hiyerarşik yapıya sahip problemlere uygulanır ve tedarikçi seçiminde de bir çok çalışmada uygulanmıştır. Fakat bu çalışmada hiyerarşik bir yapı düşünülmediğinden uygulanması uygun görülmemiştir.

LINMAP metodu ağırlıklandırma metodu olarak bilinmekte ve AHP, Shannon Entropy gibi yöntemlerin yanında alternatif bir yöntem olduğundan bu çalışmada uygulaması uygun görülmemiştir.

SMART yöntemi hiyerarşik yapıya sahip olan problemlerde kullanılmaktadır ve bu yöntemde ağırlıkların büyük derecede etkisi olduğundan kullanılmamıştır.

ELECTRE ve PROMETHEE yöntemlerinin uygulamasında hem kriter sayısının hemde alternatif sayısının az olması (yaklaşık 5) gerekmektedir (Khatami Firoozabadi, 2006). Bu çalışmada hem kriter hemde alternatif sayısı bu yöntemler için uygun sayıda olmadığından kullanılmamıştır.

GRA modeli sistemin belirsizliği durumunda kullanılmaktadır. Bu çalışmada veriler kısmında belirsizliği gidermek için bulanık mantıktan yararlanılmıştır. Bu nedenle Gray metodun amacının farklı olduğundan kullanılması uygun değildir.

ANP metodu AHP Yönteminin varsayımları altında yapılmasından dolayı çalışmada yöntem olarak değerlendirilmemiştir.

VIKOR yöntemi TOPSIS yöntemine en yakın metot ve her ikisi de ideal çözüme yakınlık mantığıyla bilinmektedir. İki yöntemin arasında en önemli fark VIKOR'da pozitif ideal çözüme en yakın mesafe olmak şartına TOPSIS yönteminde artı negatif ideal çözüme uzak olmak şartı da ek olmasıdır (Opricovic ve Tzeng, 2004). Çalışmada her iki şart( pozitif ve negatif ideal çözüm mesafesi) açısından değerlendirmek amacıyla VIKOR yöntemi yerine TOPSIS yöntemi tercih edilmiştir. Ayrıca veriler nitel olduğundan TOPSIS yönteminin özel hali olan Bulanık TOPSIS yöntemi kullanılmıştır.

### 4.3.3. TOPSIS Yöntemi

TOPSIS<sup>1</sup> modeli 1981 yılında Hwang ve Yoon tarafından geliştirilmiştir. Bu model, MCDM modellerinin en iyi modellerindendir (Momeni, 2006). TOPSIS yönteminin temelinde Pozitif ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözüme en uzak olmak üzere iki alternatif vardır. Pozitif ideal çözüm ile fayda maksimizasyonu ve maliyet minimizasyonu yapılırken; negatif ideal çözümde ise bu durumun tam tersi meydana gelmektedir. Bu yöntem ile alternatiflerin belirli kriterler doğrultusunda ve kriterlerin alabileceği maksimum ve minimum değerler arasında ideal duruma göre karşılaştırma yapılmaktadır (Soba, Akcanlı ve Erem, 2012). TOPSIS işleminde  $m$  alternatifleri,  $n$  kriterleri değerlendirmeye göstermek üzere, aşağıdaki aşamalarından oluşmaktadır:

*Adım 1:* Karar matrisi oluşturularak normalize edilmiş değerlerin hesaplanması (N): normalleştirmek için Norm yöntemi kullanılmaktadır.

$$n_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m a_{ij}^2}} \quad (4.1)$$

Burada  $n_{ij}$ ,  $j$ 'inci kritere göre  $i$ 'inci alternatifin normalize edilmiş miktarıdır.

*Adım 2:* Ağırlıklandırılmış normalize edilmiş karar matrisinin hesaplanması (V):

Önce kriterlere ilişkin ağırlık dereceleri ( $W_{n \times n}$ ) belirlenir (literatür de bunun için Entropy, Linmap ve AHP gibi yöntemler kullanılmıştır). Daha sonra bir önceki aşamada hesaplanan normalize edilmiş değerler,  $W$  değerleri ile çarpılarak ağırlıklandırılmış normalize edilmiş değerler bulunur.

$$V = N \times W_{n \times n} \quad (4.2)$$

*Adım 3:* Pozitif-ideal ve negatif-ideal çözümün belirlenmesi:

( $V_j^+$ ) Pozitif-İdeal Çözüm: Bütün mümkün alternatifler arasında  $j$ 'inci değer için en iyi değer belirlenir.

---

<sup>1</sup> Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution

$(V_j^-)$  Negatif-İdeal Çözüm: bütün mümkün alternatifler arasında  $j$ 'inci ölçüt için en kötü değer belirlenir.

*Adım 4:* Alternatifler arasındaki mesafe ölçülerinin hesaplanması: Her alternatifin pozitif-ideal ve negatif-ideal çözüme olan uzaklığı sırasıyla  $(d_i^+)$  ve  $(d_i^-)$  ile gösterilir ve aşağıdaki formüller yardımıyla hesaplanır:

$$\begin{aligned} d_i^+ &= \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^+)^2}, \quad i = 1, 2, \dots, m \\ d_i^- &= \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2}, \quad i = 1, 2, \dots, m \end{aligned} \quad (4.3)$$

*Adım 5:* İdeal çözüme göreli yakınlığın hesaplanması: Her bir karar noktasının ideal çözüme göreli yakınlığı  $(CC_i)$  ya da diğer bir ifadeyle Pozitif-ideal çözüme olan benzerlikleri, aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanır:

$$CC_i^* = \frac{d_i^-}{d_i^- + d_i^+} \quad 0 \leq CC_i^* \leq 1 \quad (4.4)$$

*Adım 6:* Her bir alternatifin göreceli sıralamasının ve puanının bulunması:  $CC_i$  değerlerine göre azalan bir seyri takip eden alternatiflerin sırası belirlenerek tercih edilir. Maksimum  $CC_i$  değerine sahip alternatif seçilir.

#### 4.3.4. Bulanık TOPSIS Yöntemi

Klasik TOPSIS yönteminde kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinde ve alternatiflerin sıralandırılmasında kesin değerler kullanılmaktadır. Birçok durumda insan yargıları belirsizdir ve sayısal değerlerle ifade etmek mümkün olmayabilir. Daha gerçekçi bir yaklaşım, sayısal değerler yerine sözel değerlerin kullanılması olabilir (C.-T. Chen, 2000). Bu durumlarda Bulanık çok kriterli karar verme teknikleri kullanılır. MCDM tekniklerin hemen hemen hepsi için Bulanık mantık yaklaşımı yapılarak yöntemler geliştirilmiştir. Bu çalışmada bu yöntemlerden Bulanık TOPSIS<sup>1</sup> yöntemi kullanılmıştır. TOPSIS yönteminde sadece nicel verilerle alternatifler

---

<sup>1</sup> Fuzzy TOPSIS= FTOPSIS

değerlendirilirken, Bulanık TOPSIS yöntemi ile hem nicel hem de nitel verilere sahip alternatifler değerlendirilebilir. Böylece FTOPSIS yöntemi, klasik TOPSIS yöntemine göre uygulama alanı daha geniştir (Ataei, 2011).

FTOPSIS yöntemi, bulanık ortamlarda grup kararı vermeye yardımcı olan bir yöntemdir. Yöntemin uygulanabilmesi için karar vericilere, karar kriterlerine ve alternatiflere ihtiyaç duyulur. Karar vericiler, karar kriterleri ve alternatiflerle ilgili düşüncelerini sözel olarak ifade edebilirler. FTOPSIS yöntemi yardımıyla karar vericilerin karar kriterleri ve alternatifler hakkındaki değerlendirmeleri genel olarak üçgen veya yamuk bulanık sayılara dönüştürülerek her bir alternatifin yakınlık katsayısı hesaplanır. Hesaplanan yakınlık katsayıları yardımıyla alternatifler sıralanır. Yöntem, alternatiflerin değerlemesinde ortaya çıkan subjektifliğin grup kararı vermede ortaya çıkardığı sorunları ortadan kaldırmakta ve daha doğru kararlar verme imkânı sağlamaktadır (Ecer, 2007).

Chen ve Hwang (2006) çok kriterli karar verme probleminde Bulanık TOPSIS yönteminin uygulama aşamalarını  $m$  sayıda alternatif  $n$  kriter ve için aşağıdaki gibi göstermişlerdir:

**Adım 1:** Karar matrisinin oluşturulması,

Kriter ve alternatif sayısına göre tüm alternatifleri değerlendirmek için karar matrisi aşağıdaki gibi oluşturulur:

$$\tilde{D} = \begin{matrix} & \begin{matrix} kriter1 & k2 & \dots & k_n \end{matrix} \\ \begin{matrix} alternatif1 \\ alternatif2 \\ \vdots \\ alternatifm \end{matrix} & \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \dots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \dots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \dots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix}_{m \times n} \end{matrix} \quad (4.5)$$

Bu matriste bulanık üçgen sayı kullanıldığı zaman  $i$ 'inci alternatif  $i = (1, 2, \dots, m)$  ve  $j$ 'inci kriter,  $j = (1, 2, \dots, n)$  için  $\tilde{x}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$  ve yamuk sayı kullanıldığı zaman  $i$ 'inci alternatif  $i = (1, 2, \dots, m)$  ve  $j$ 'inci kriter,  $j = (1, 2, \dots, n)$  için  $\tilde{x}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}, d_{ij})$  olur.



Birden çok karar verici söz konusu olduğunda, k tane karar vericiye göre her bir alternatiflerin kriter önem derecesi  $\tilde{x}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$  üçgen sayısı için aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$a_{ij} = \text{Min}_k \{a_{ijk}\} \quad (4.6)$$

$$b_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^k b_{ijk}}{k} \quad (4.7)$$

$$c_{ij} = \text{Max}_k \{c_{ijk}\} \quad (4.8)$$

Ve  $\tilde{x}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij}, d_{ij})$  yamuk bulanık sayı içinde şu şekilde hesaplanır:

$$a_{ij} = \text{Min}_k \{a_{ijk}\} \quad (4.9)$$

$$b_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^k b_{ijk}}{k} \quad (4.10)$$

$$c_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^k c_{ijk}}{k} \quad (4.11)$$

$$d_{ij} = \text{Max}_k \{d_{ijk}\} \quad (4.12)$$

**Adım 2:** Kriterlerin ağırlıklar matrisinin belirlenmesi,

Ağırlıklar matrisi aynı karar matrisi gibi hem üçgen  $\tilde{w}_j = (w_{j1}, w_{j2}, w_{j3})$  ve hem yamuk  $\tilde{w}_j = (w_{j1}, w_{j2}, w_{j3}, w_{j4})$  sayı şeklinde gösterilebilir. 4.13, 4.14 ve 4.15 eşitlikleri üçgen bulanık sayı ve 4.16, 4.17, 4.18 ve 4.19 eşitlikleri yamuk bulanık sayı için ağırlıklar matrisinin hesaplamalarını göstermektedir:

$$w_{j1} = \text{Min}_k \{w_{jk1}\} \quad (4.13)$$

$$w_{j2} = \frac{\sum_{k=1}^k w_{jk2}}{k} \quad (4.14)$$

$$w_{j3} = \text{Max}_k \{w_{jk3}\} \quad (4.15)$$

ve

$$w_{j1} = \underset{k}{\text{Min}}\{w_{jk1}\} \quad (4.16)$$

$$w_{j2} = \frac{\sum_{k=1}^k w_{jk2}}{k} \quad (4.17)$$

$$w_{j3} = \frac{\sum_{k=1}^k w_{jk3}}{k} \quad (4.18)$$

$$w_{j4} = \underset{k}{\text{Max}}\{w_{jk4}\} \quad (4.19)$$

19)

**Adım 3:** Karar matrisinin normalize edilmesi:

Alternatifler için kriterlere özgü veriler incelendiğinde, farklı özelliklerde oldukları görülmektedir. Bu farklılıklar, verilerin nicel veya nitel olması, nicel verilerin büyüklüklerinin farklı olması nedeniyle oluşmaktadır. Bu durumda tüm verilerin başlangıçta aynı kategoriye dönüştürülmesinin önemi ortaya çıkmaktadır. Bulanık TOPSIS yönteminde Lineer Normalizasyon tekniği kullanılmaktadır. Eğer bulanık sayılar üçgen şeklinde ifade edilirse, normalize edilmiş matrisin elemanları pozitif ve negatif kriterler için sırasıyla aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$\tilde{r}_{ij} = \left( \frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right) \quad c_j^* = \max_i c_{ij} \quad (4.20)$$

20)

$$\tilde{r}_{ij} = \left( \frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}} \right) \quad a_j^- = \min_i a_{ij} \quad (4.21)$$

Yamuk bulanık sayılar için de matrisin elemanları pozitif ve negatif kriterler için sırasıyla 4.22 ve 4.23 gibi hesaplanır:

$$\tilde{r}_{ij} = \left( \frac{a_{ij}}{d_j^*}, \frac{b_{ij}}{d_j^*}, \frac{c_{ij}}{d_j^*}, \frac{d_{ij}}{d_j^*} \right) \quad d_j^* = \max_i d_{ij} \quad (4.22)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left( \frac{a_j^-}{d_{ij}}, \frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}} \right) \quad a_j^- = \min_i a_{ij} \quad (4.23)$$

Böylelikle normalize edilmiş bulanık karar matrisi ( $\tilde{R}$ ) aşağıdaki gibi oluşturulur:

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n} \quad i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n \quad (4.24)$$

veya

$$\tilde{R} = \begin{bmatrix} \tilde{r}_{11} & \cdots & \tilde{r}_{1j} & \cdots & \tilde{r}_{1n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \tilde{r}_{i1} & \cdots & \tilde{r}_{ij} & \cdots & \tilde{r}_{in} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \tilde{r}_{m1} & \cdots & \tilde{r}_{mj} & \cdots & \tilde{r}_{mn} \end{bmatrix} \quad (4.25)$$

**Adım 4:** Ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisinin hesaplanması,

Normalize bulanık karar matrisinin oluşturulmasından sonra, her bir karar kriterinin farklı önem ağırlığına sahip olabileceği dikkate alınarak, ağırlıklı normalize bulanık karar matrisi hesaplanır:

$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n} \quad i = 1, 2, \dots, m, j = 1, 2, \dots, n \quad (4.26)$$

veya

$$\tilde{V} = \begin{bmatrix} \tilde{v}_{11} & \cdots & \tilde{v}_{1j} & \cdots & \tilde{v}_{1n} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \tilde{v}_{i1} & \cdots & \tilde{v}_{ij} & \cdots & \tilde{v}_{in} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \tilde{v}_{m1} & \cdots & \tilde{v}_{mj} & \cdots & \tilde{v}_{mn} \end{bmatrix} \quad (4.27)$$

Bu matrisin elemanları ise 4. 28 formülüyle hesaplanır:

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \cdot \tilde{w}_j \quad (4.28)$$

Bu hesaplama üçgen bulanık sayı kullanıldığında pozitif ve negatif kriterler için sırasıyla:

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \cdot \tilde{w}_j = \left( \frac{a_{ij}}{c_j}, \frac{b_{ij}}{c_j}, \frac{c_{ij}}{c_j} \right) \cdot (w_{j1}, w_{j2}, w_{j3}) = \left( \frac{a_{ij}}{c_j} \cdot w_{j1}, \frac{b_{ij}}{c_j} \cdot w_{j2}, \frac{c_{ij}}{c_j} \cdot w_{j3} \right) \quad (4.29)$$

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \cdot \tilde{w}_j = \left( \frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{c_{ij}} \right) \cdot (w_{j1}, w_{j2}, w_{j3}) = \left( \frac{a_j^-}{c_{ij}} \cdot w_{j1}, \frac{a_j^-}{b_{ij}} \cdot w_{j2}, \frac{a_j^-}{c_{ij}} \cdot w_{j3} \right) \quad (4.30)$$

olur. Yamuk bulanık sayı içinde sırasıyla 4.31 ve 4.32 formülleri kullanılmaktadır:

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \cdot \tilde{w}_j = \left( \frac{a_{ij}}{d_j^*}, \frac{b_{ij}}{d_j^*}, \frac{c_{ij}}{d_j^*}, \frac{d_{ij}}{d_j^*} \right) \cdot (w_{j1}, w_{j2}, w_{j3}, w_{j4}) = \left( \frac{a_{ij}}{d_j^*} \cdot w_{j1}; \frac{b_{ij}}{d_j^*} \cdot w_{j2}; \frac{c_{ij}}{d_j^*} \cdot w_{j3}; \frac{d_{ij}}{d_j^*} \cdot w_{j4} \right) \quad (4.31)$$

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \cdot \tilde{w}_j = \left( \frac{a_j^-}{d_{ij}}, \frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}} \right) \cdot (w_{j1}, w_{j2}, w_{j3}, w_{j4}) = \left( \frac{a_j^-}{d_{ij}} \cdot w_{j1}; \frac{a_j^-}{c_{ij}} \cdot w_{j2}; \frac{a_j^-}{b_{ij}} \cdot w_{j3}; \frac{a_j^-}{a_{ij}} \cdot w_{j4} \right) \quad (4.32)$$

**Adım 5:** Bulanık pozitif ideal çözüm<sup>1</sup>(A\*) ve Bulanık negatif ideal çözüm<sup>2</sup>(A<sup>-</sup>);

$$A^* = \{\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \dots, \tilde{v}_n^*\} \quad (4.33)$$

$$A^- = \{\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_n^-\} \quad (4.34)$$

Yukarıdaki eşitliklerde  $\tilde{v}_i^*$  tüm alternatifler arasında  $i$ 'inci kriterin en iyi değerini ve  $\tilde{v}_i^-$  tüm alternatifler arasında  $i$ 'inci kriterin en kötü değerini göstermektedir.

**Adım 6:** Her bir alternatifin FPIS ve FNIS'den olan uzaklığı 4.35 ve 4.36 formülleriyle hesaplanır:

$$d_i^* = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*) \quad , \quad i=1,2,\dots,m \quad (4.35)$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-) \quad , \quad i=1,2,\dots,m \quad (4.36)$$

Burada  $d(.,.)$  iki bulanık sayı arasındaki uzaklığı göstermektedir. Eğer  $(a_1, b_1, c_1)$  ve  $(a_2, b_2, c_2)$  iki bulanık sayı iseler iki sayının uzaklığı şu şekildedir:

$$d_v(\tilde{M}_1, \tilde{M}_2) = \sqrt{\frac{1}{3} \left[ (a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2 + (c_1 - c_2)^2 \right]} \quad (4.37)$$

ve eğer  $(a_1, b_1, c_1, d_1), (a_2, b_2, c_2, d_2)$  iki yamuk sayı iseler aşağıdaki şekilde gösterilir:

$$d_v(\tilde{M}_1, \tilde{M}_2) = \sqrt{\frac{1}{4} \left[ (a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2 + (c_1 - c_2)^2 + (d_1 - d_2)^2 \right]} \quad (4.38)$$

Yukarıdaki formüller ile b  $d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*)$  ve  $d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-)$  kesin değerli sayılardır.

<sup>1</sup> Fuzzy Positive Ideal Solution=FPIS

<sup>2</sup>Fuzzy Negative Ideal Solution=FNIS

**Adım 7:** Yakınlık katsayısının hesaplanması,

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^* + d_i^-} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (4.39)$$

Yakınlık katsayıları 0 ile 1 arasında bir değer alır. Yakınlık katsayısı ile alternatiflerin sıralaması yapılır. Yakınlık katsayısının büyük olması alternatifin karar vericiler tarafından beğenildiğinin bir göstergesi olarak değerlendirilir (Ataei, 2011).

Yakınlık katsayısı sıralaması aslında pozitif ideal çözüme en yakın, negatif ideal çözüme en uzak nokta anlamına gelmektedir, böylece TOPSIS aslında iki tane çıkış noktası verir (Jahanshahloo, Lotfi ve Izadikhah, 2006)

Chen ve Tung 2006 yılında yaptıkları çalışmada  $CC_i$  değerini sınıflandırarak alternatif sıralandırmasını aşağıdaki gibi göstermişler:

**Tablo 4. 1.** Yakınlık Katsayılarının Sınıflandırılması

Yakınlık katsayısı ( $CC_i$ )	Değerlendirme
$CC_i \in [0,0.2)$	Onerilmez
$CC_i \in [0.2,0.4)$	Yüksek riskle önerilir
$CC_i \in [0.4,0.6)$	Düşük riskle önerilir
$CC_i \in [0.6,0.8)$	Kabul edilebilir
$CC_i \in [0.8,1.0]$	Kesinlikle kabul edilir

(C.-T. Chen vd., 2006)

Yukarıdaki tabloya göre  $CC_i$  değerleri 4 kategoride sınıflanmıştır. Birinci sırada yani,  $[0,0.2)$  arasındaki  $CC_i$  değerlerine sahip alternatifler kabul edilemezken ikinci ve 3. Sıradaki  $CC_i$  değerlerine sahip alternatifler riskli olarak sayılmaktadırlar.  $[0.6,0.8)$  arasındaki değerlere sahip alternatifler kabul edilebilirlik durumundadırlar.  $[0.8,1.0]$  arasındaki değerlere sahip alternatifler ise hem kabul edilebilir hem de tercih edilebilen alternatiflerdir.

## BEŞİNCİ BÖLÜM

### BULANIK VERİ ZARFLAMA ANALİZİ

#### 5.1. VERİ ZARFLAMA ANALİZİ' NİN TANIMI

Veri Zarflama Analizi (Data Envelopment Analysis-DEA), karar birimlerinin görelî performansını ölçmeyi amaçlayan doğrusal programlama<sup>1</sup> (LP) tabanlı bir tekniktir ve özellikle birden çok ve farklı ölçeklerle ölçülmüş ya da farklı ölçü birimlerine sahip girdi ve çıktıları karşılaştırma imkanı sağlamaktadır (Kazançoğlu, 2008).

Etkinlik ölçümünde kullanılan VZA temelini, 1950'li yıllarda ekonometriciler tarafından önemli bir konu olarak görülen aktivite analizinden almıştır. Bu konudaki temel çalışma, Tjalling C. Koopmans tarafından yapılmıştır. Koopmans'ın teknik etkinliğin tanımını yaptığı çalışmayı (Nathanson, Higgins, Giglio, Munshi ve Steingrub, 2003), Gerard Debrau'nun yaptığı çalışmalar izlerken, parametrik olmayan etkinlik analizindeki ilk çalışma Farrell tarafından yayınlanmıştır. Çalışmada birden fazla girdi ve tek çıktı kullanarak, etkinlik ölçümü ile ilgili olarak kurulan lineer denklem sistemi, çoklu çıktılar için etkinliğin hesaplanmasına temel oluşturmuştur.

Bu çalışmalardan sonra Charnes, Cooper ve Rhodes (CCR) tarafından "Measuring the Efficiency of Decision Making Units" başlıklı makale ile ilk VZA modeli geliştirilmiştir (Charnes, Cooper ve Rhodes, 1978). Bu çalışmada, hizmet sektöründeki kâr amacı gütmeyen devlet kuruluşlarının etkinlik skorları hesaplanmıştır (Sathye, 2003). Çalışmada Charnes ve arkadaşları ölçeğe göre sabit getiri (Constant Return to Scale: CRS) durumunu varsaymaktadırlar. Daha sonra, Banker, Charnes ve Cooper çalışmalarında ölçeğe göre değişken getiri (Variable Return to Scale: VRS) durumunu ele almışlar ve bu da literatüre BCC modeli olarak girmiştir. CCR ve BCC modellerinin her biri için girdiye ve çıktıya yönelik olmak üzere iki ayrı modeli kurulmuştur. Bu modeller ile yapılan araştırma sonuçlarının yorumlama kabiliyeti arttığı gibi uygulama sahası da genişlemiştir (Yeşilyurt ve Alan, 2003).

---

<sup>1</sup> Linear Programing

VZA tekniği, parametrik olmayan programlama yaklaşımıdır. VZA'nın genel şekli Kesirli programlama<sup>1</sup> (FP) formundadır. Etkinlik analizlerinde kullanılan matematiksel programlama modellerinin özel yapıları kullanılarak, kesirli programlama modeli standart çözümler yöntemi bulunan doğrusal programlama modeline dönüştürülebilir. VZA analizlerinde kullanılan formasyonlar daha çok doğrusal programlama formundadır (Kutlar, Bakırcı ve Yüksel, 2010).

## 5.2. VERİ ZARFLAMA ANALİZİNİN UYGULAMA AŞAMALARI

VZA ile etkinlik değerlendirmesinde izlenen aőamalar şu şekildedir (Golany ve Roll, 1989):

### 5.2.1. Karar Verme Birimlerinin Seçilmesi

Benzer girdiler kullanarak benzer çıktıları üreten, yani üretimleri birbiri ile homojen bir yapıya sahip olan, girdileri çıktıları dönüştürmekten sorumlu işletmelere Karar Verme Birimi (KVB-Decision Making Units-DMU) denir (Oruç, 2008). Homojen DMU'lar şu özellikleri içermektedir:

- Aynı hedefe yönelik benzer hizmetleri yerine getirmelidir.
- Tüm DMU'ları aynı pazar koşullarında faaliyet göstermelidir. (Bu durum, özellikle kar amacı taşımayan organizasyonlar için büyük önem taşımaktadır.)
- DMU'ların performanslarını tanımlayan girdi ve çıktıları, yoğunluk ve büyüklük farkları hariç birbirine benzerdir (Lorco, 2008).

### 5.2.2. Girdi ve Çıktıların Seçilmesi

VZA'nın sonuçları, analizde kullanılan girdi ve çıktı değerışkenlerinden etkilenebilir. Farklı girdi ve çıktı değerışkenlerinin kullanımı, farklı sonuçlara yol açabilecektir. Ancak literatürde, analizde yer alacak girdi ve çıktıların seçilmesine çok az önem verilmiştir (Wagner ve Shimshak, 2007). Girdi ve çıktı seçiminde çoğu zaman konuyla ilgili uzman fikirleri, geçmiş deneyimler ve ekonomik teoriler yol gösterici olmaktadır (Lorco, 2008).

---

<sup>1</sup> Fractional Program

Bu yaklaşımların yanı sıra araştırmacılar girdi ve çıktı sayısının belirlenmesinde farklı görüşler ortaya koymuşlardır. Bazıları toplam girdi ve çıktı değişkenlerinin sayısının, analizde yer alan DMU'ların sayısının 1/3'den çok olmaması gerektiğini savunmuşlardır(Boussofiâne, Dyson ve Thanassoulis, 1991). Bazıları ise seçilen girdi sayısı “m”, çıktı sayısı da “r” ise araştırmanın güvenilirliği açısından en az “m + r + 1” tane karar verme biriminin olması gerektiğini belirtmişlerdir (Kasap, 2008).

VZA, her birim için çıktıların girdilere oranını ölçer ve etkin birimlerle karşılaştırarak göreceli etkinlik değerini bulur. VZA yaklaşımına göre, karar verici birimlerin girdi ve çıktıların oluşturduğu üretim olanakları kümesinin konveks özellik gösterdiği varsayılmıştır. Bu varsayımın anlamı, eğer pratikte iki üretim verisi gözlenebiliyorsa, bunların belirli bir ağırlıkla bileşiminden oluşan herhangi bir üretim planı da gözlenebilir (Kale, 2009).

Girdi ve çıktı seçiminde dikkat edilmesi gereken bir nokta, girdi ve çıktı arasındaki yüksek korelasyondur. Eğer iki girdi arasında mükemmel bir korelasyon mevcutsa, içlerinden biri, etkinlik değerlerinde değişime yol açmadan modelden çıkarılabilir. Çıktılar için de aynı geçerlidir. Unutulmamalıdır ki girdilerin artması etkinlikte azalışa, çıktıların artması etkinlikte artışa neden olacak şekilde düzenlenmeli bu duruma uymayan girdi çıktı seti düzeltilerek analize tekrar alınmalıdır. Seçilecek olan girdi/çıkıtı kümesinin; tüm karar birimleri için ortak faktörler olmasına, incelenmek istenen tüm faaliyet seviyeleri ve performans ölçütlerini kapsamasına, ölçülebilir fiziksel ve ekonomik kaynakların tümünü içermesine özen gösterilmelidir (Sesigüzel Cerit, 2011).

### 5.2.3. Görelî Etkinliğin Ölçülmesi

Üçüncü aşama VZA ile görelî etkinlik ölçümüdür. Karşılaştırmalı analizi yapılacak olan karar birimleri belirlendikten ve ilgili girdiler ve çıktılar seçildikten sonra artık sıra mevcut ortam için en uygun olan VZA modelinin seçilmesine gelmiştir. Her bir karar birimi için ilgili doğrusal program çözülür ve çözüme ulaşılır (Yolalan ve Merkezi, 1993). Modellerle ilgili VZA modelleri kısmında detaylı açıklamalar yapılacaktır.



#### 5.2.4. Karar Verme Birimleri için Detay Analizi

Doğrusal programlardan elde edilen çözüm kümelerinin ışığı altında, etkin olmayan her bir karar birimi etkin karar birimleriyle matematiksel olarak karşılaştırılarak ilgili işletmenin etkin durumuna dönüştürülebilmesi için ne gibi önlemler alması gerektiğini içeren bilgiler türetilir (Kazançoğlu, 2008).

#### 5.2.5. Sonuçların Değerlendirilmesi

Son aşama ise genel olarak sonuçların değerlendirilmesi aşamasıdır. Etkin olan ve olmayan karar birimleri için ortak noktalar incelenir ve genel durum hakkında değerlendirmeler ve yorumlar yapılır.

### 5.3. VZA 'NIN GÜÇLÜ VE ZAYIF YÖNLERİ

Literatürde VZA'nın güçlü ve zayıf yönlerini şöyle sıralanmıştır:

Güçlü yönler:

- VZA, verimsiz bir karar verme biriminin performansını, kümesindeki görelilik olarak verimli olan karar verme birimlerinin seviyesine çıkarmak için bir tek yol değil, alternatif yollar belirler. Burada karar verme birimine uygun iyileştirme yolunu seçmek, karar vericinin yargısı ve tecrübesi ile şekillenir.

- VZA'nın uygulanması, özellikle karar vericilerin üretim sürecini, ilgili tüm girdi ve çıktıları tanımlamak suretiyle daha iyi tanımlarını sağlar.

- VZA çalışmasında gereksinim duyulan veriler ve analiz sonuçlarını içerecek detaylı bir veri tabanı yaratılabilir. Böylelikle konu ile ilgili belgeleme güçlenir.

- VZA, girdi ve çıktı verilerinin rassal bir mekanizma ile üretilmediğini, yani deterministik olduğunu varsaymaktadır. Bu sebepten dolayı parametrik olmayan, ve verilerin belirli bir fonksiyonel dağılım kuralına uyması gibi bir varsayımı taşımayan bir yöntem olarak deterministik durumlar için daha avantajlı bir verimlilik analizi yöntemi olarak kullanılmaktadır.

- Verimlilik analizi, istatistiksel sınır tahminleme yöntemlerinin ortaya çıkardığı ortalama fonksiyonun yerine, en iyi gözlemlerce oluşturulan sınır fonksiyonuna göre yapıldığı için, belirlenen hedefler, en iyi performans göstermiş birimler örnek alınarak

yapılmaktadır. Bu da VZA ile yapılan verimlilik analizinin anlamını ve geçerliliğini güçlendirmektedir(Aydemir, 2002).

- Girdiler ve çıktılar çok farklı birimlere sahip olabilirler. Bu durumda, onları aynı biçimde ölçebilmek için çeşitli varsayımlar kullanmaya, dönüşümler yapmaya gerek yoktur (Daneshvar Rouyendegh, 2009).

Zayıf yönleri ise şöyle sıralanabilir:

- VZA genel olarak fiziksel girdi ve çıktı ölçüleri ile test edildiğinden teknik girdi çıktı verimliliği ile sınırlıdır.

- İlgili girdi ve çıktıların üretim sürecini doğru olarak yansıtabilmesi, yöntemin sağlıklı sonuçlar vermesi açısından hayatsal öneme sahiptir. Kritik bir girdi ya da çıktı inceleme dışı bırakıldığında yöntemin verdiği sonuçlar yanıltıcı ve yanlı olabilir.

- VZA'da, gözlemlenen performansın en iyi performansla olan farkı, sadece verimsizliğe bağlanmakta ve uç gözlem noktaları için ölçüm hataları gözardı edilmektedir. Dışsallıkların gözardı edilmesi yanıltıcı sonuçlar doğurabilir.

- VZA modelleri, statik ve tek zaman kesitinde değerlendirilen modellerdir. Gerçek hayatta ise karar verme birimlerinin bazı girdilerini çıktılara dönüştürebilmesi bir dönem daha uzun bir süre alacağından, üretim süreci dinamik bir özellik göstermektedir. Bu sebeple farklı dönemlerdeki veriler için uygun indirgeme oranlarının kullanılması gerekecektir.

- Başvuru grubuna dahil olan karar verme birimlerinin kendi başlarına değerlendirildiğinde de gerçekten verimli olup olmadıkları hakkında bir yorum yapılabilmesini güçleştirmektedir (Aydemir, 2002).

- VZA yönteminde karar verme birimleri, etkin veya etkin olamayan olarak iki sınıfa ayrılır. Birimler arasında etkin ve etkin olamayan sınıflaması haricinde, sınıf içi birimleri birbirine göre değerlendirilmez.

- VZA, karar birimlerinin performansını ölçme açısından yeterlidir, fakat bu değerlendirmenin mutlak etkinlik bazındaki yorumu ile ilgili ipucu vermez.

• Her karar birimi için ayrı bir doğrusal programlama modelinin çözümü gerektiğinden, büyük boyutlu problemlerin VZA ile çözümü, hesaplama açısından zaman alıcı olabilir (Daneshvar Rouyendegh, 2009).

#### 5.4. VZA 'NIN MATEMATİKSEL GÖSTERİMİ

Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından geliştirilen kesirli programlama, VZA matematiğinin temelini oluşturmaktadır. Bu Kesirli programlama etkinlik ölçüm sonucu veren bir süreçtir. Bu sürecin ölçüm modeli şu şekilde özetlenmektedir (William Wager Cooper, Seiford ve Tone, 2007):

$$MaxZ = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{ro}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{io}}$$

st:

$$\frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \quad (j = 1, 2, \dots, n)$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad (r = 1, 2, \dots, s) \quad (i = 1, 2, \dots, m)$$

(5. 1)

Modelde;

$Z_j = j$  karar biriminin etkinliği

$y_{rj} = j$  biriminin  $r$  çıktısının miktarı

$u_r = r$  çıktısının ağırlığı

$x_{ij} = j$  biriminin  $i$  girdisinin miktarı

$v_i = i$  girdisinin ağırlığı

$N =$  Karar birimi sayısı

$s =$  Çıktı sayısı

$m =$  Girdi sayısı

şeklinde ifade edilmektedir.

Amaç fonksiyonu, karar biriminin etkinliğini maksimize edecek  $u$  ve  $v$  ağırlıkları setini bulmayı amaçlamaktadır. Sınırlayıcı şartlar ise her bir karar birimi için ağırlıklı çıktı/girdi oranınının 1'i geçmemesini sağlamaktadır. Bu durumda etkinlik  $[0,1]$  arasında değer alacaktır (Deveci Kocakoç, 2003).

## 5.5. TEMEL VZA MODELLERİ

Veri Zarflama Analizinin temel modelleri, farklı kriterler göz önünde bulundurularak, farklı şekilde sınıflandırılabilir. Bu modeller yönelimlerine göre girdi yönelimli<sup>1</sup> ve çıktı yönelimli<sup>2</sup>, ölçek açısından da ölçeğe göre sabit<sup>3</sup>(CRS) veya değişken getirili<sup>4</sup>(VRS) olmak üzere iki gruba ayrılmaktadırlar (Adler, Friedman ve Sinuany-Stern, 2002).

Ölçeğe göre sabit getirili modeller Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından ilk model olarak ortaya konulmuştur ve CCR modeli olarak tanımlanmaktadır. Daha sonra ölçeğe göre değişen getiri, BCC modeli olarak geliştirilmiştir (W. Cooper, Seiford ve Tone., 2007).

### 5.5.1. CCR Modeli

CCR modeli 1978 yılında Charnes, Cooper ve Rhodes tarafından tanımlanan kesirli programlama VZA modellerindendir. CCR modelinde, çıktı/girdi oranı maksimize edilmek suretiyle toplam etkinlik hesaplanır. CCR'da etkin sınır, ölçeğe göre sabit getiri özelliği göstermektedir. Başka bir deyişle, girdilerde belirli oranda yapılan artış çıktılarda aynı oranda artış sağlamaktadır (W. Cooper vd., 2007). Bu modele göre her bir karar verme birimi için sanal girdi ve çıktılar, (şimdilik bilinmeyen) ağırlıklar ( $v_i$  ve  $u_r$ ) altında aşağıdaki gibi tanımlanmıştır.

$$\text{Sanal girdi} = v_i x_{i0} + \dots + v_m x_{m0}$$

$$\text{Sanal çıktı} = u_r y_{r0} + \dots + u_s y_{s0}$$

CCR modelinde, doğrusal programlamadan yararlanarak, sanal çıktı /sanal girdi oranını maksimize edecek şekilde ağırlıkların belirlenmesine çalışılır (Kutlar vd.,

---

<sup>1</sup> Input Oriented

<sup>2</sup> Output Oriented

<sup>3</sup> Constant Return Scale

<sup>4</sup> Variable Return Scale

2010). Genellikle optimal ağırlıklar her bir KVB'den diğerine değişmektedir, bu nedenle VZA'da ağırlıklar önceden bilinmemektedir, sabit değerlerdir ve veriler üzerinden elde edilmektedirler (W. Cooper vd., 2007). CCR modelinin gösterimi aslında Charnes Cooper ve Rhodes'in ilk VZA modelidir ve yukarıda gösterdiğimiz (5.1) modelinin aynısıdır.

$$\begin{aligned}
 (\text{FP}_o) \quad & \text{Max } \theta = \frac{u_1 y_{1o} + u_2 y_{2o} + \dots + u_s y_{so}}{v_1 x_{1o} + v_2 x_{2o} + \dots + v_m x_{mo}} \\
 \text{st:} & \\
 & \frac{u_1 y_{1j} + u_2 y_{2j} + \dots + u_s y_{sj}}{v_1 x_{1j} + v_2 x_{2j} + \dots + v_m x_{mj}} \leq 1 \quad (j=1,2,\dots,n) \\
 & v_1, v_2, \dots, v_m \geq 0 \\
 & u_1, u_2, \dots, u_s \geq 0
 \end{aligned} \tag{5.2}$$

Modeldeki kısıtlar her bir DMU için “sanal” çıktının “sanal” girdiye oranının 1’i aşmaması gerektiğini ifade etmektedir. Modelin amaç fonksiyonu,  $DMU_o$  için etkinlik oranını maksimize edecek olan  $v_i$  ve  $u_r$  ağırlıklarını elde etmektir. Problemin kısıtlarına bakıldığında optimal amaç değeri  $\theta^*$ ’ın en fazla 1 değerini alabileceği gözükmektedir. Modelde tüm girdi ve çıktı ağırlıklarının negatif olmayan değerlere sahip olduğu varsayılır.

Yukarıdaki kesirli programlama modelinin 5.2 çözümünün kolaylığı açısından aşağıdaki gibi doğrusal programlama suretinde yazılmalıdır (William Wager Cooper ve diğ., 2007). Bu model “çarpan (multiplier) form” olarak adlandırılır.  $u$  ve  $v$  girdi ve çıktı ağırlıklarını (çarpanları) göstermektedir (Kale, 2009).

$$\begin{aligned}
 (\text{FP}_o) \quad & \text{Max } \theta = \mu_1 y_{1o} + \mu_2 y_{2o} + \dots + \mu_s y_{so} \\
 \text{st:} & \\
 & v_1 x_{1o} + v_2 x_{2o} + \dots + v_m x_{mo} = 1 \\
 & \mu_1 y_{1j} + \mu_2 y_{2j} + \dots + \mu_s y_{sj} \leq v_1 x_{1j} + v_2 x_{2j} + \dots + v_m x_{mj} \quad (j=1,2,\dots,n) \\
 & v_1, v_2, \dots, v_m \geq 0 \\
 & u_1, u_2, \dots, u_s \geq 0
 \end{aligned} \tag{5.3}$$

Kesirli model ( $FP_o$ ), doğrusal programlama ( $LP_o$ ) modelinin eşdeğeridir yani  $LP_o$ ’ın optimal çözüm kümesi ( $v=v^*, u=u^*$ ) ve optimal amaç değeri  $\theta^*$  ise,  $FP_o$ ’ın optimal çözüm kümesi de ( $v=v^*, u=u^*$ ) ve amaç değeri  $\theta^*$ ’dır.  $LP_o$  problemi,

doğrusal programlama ile çözümlenmektedir. Ancak optimal çözüm,  $LP_o$  probleminin dual formuyla daha kolay elde edilebilmektedir (Bakırcı, 2006) .

Eğer  $DMU_o$  için  $\theta^* = 1$  ve  $v^* \geq 0, u^* \geq 0$  olmak üzere en az bir optimal  $(v^*, u^*)$  çözümü varsa  $DMU_o$  etkindir ve eğer değilse  $DMU_o$  etkin değildir (W. Cooper vd., 2007) .

$LP_o$  Problemi, doğrusal programlama ile çözümlenmektedir. Ancak optimal çözüm,  $LP_o$  probleminin dual modelinin primal model göre az sayıda kısıta sahip olduğundan dual formuyla daha kolay elde edilebilmektedir (Momeni, 2006). Bu model “zarflama (envelopment) formu” olarak adlandırılır çünkü bütün veriler sınırın içindedir ve etkin sınır tarafından “zarflanmaktadır” (Kale, 2009).

$$\theta^* = \min \theta$$

st:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \leq \theta x_{io} \quad (i=1,2,\dots,m) \quad (5.4)$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j \geq y_{ro} \quad (r=1,2,\dots,s)$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad (j=1,2,\dots,n)$$

CCR modeli iki şekilde uygulanmaktadır. Birincisi girdi yönelimli model olarak adlandırılır ve en az gözlemlenmiş çıktı seviyesini karşılayabilecek şekilde girdileri minimize etmeyi amaçlar. İkincisi CCR’ın çıktı yönelimli modeli olarak adlandırılır ve gözlemlenmiş girdilerden daha fazlasını talep etmeyecek şekilde çıktıları maksimize eder (Babacan, 2006).

### 5.5.2. BCC Modeli

CCR modelinin varsayımlarında değişiklik yapılarak elde edilmiş bir modeldir. Bu model temelde ölçeğe göre değişken getiri varsayımına dayanır. Banker-Charnes-Cooper tarafından geliştirilmiştir. BCC modelinde üretim üst sınırı, var olan DMU’ların oluşturduğu “içbükey zarf” tarafından taranır (W. Cooper vd., 2007). Aşağıda BCC modelinin girdi yönelimli primal formu görülmektedir:

$$\text{Min}Z = \theta$$

st:

$$\begin{aligned} \theta x_{i0} - \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j &\geq 0 & (i=1,2,\dots,m) \\ \sum_{j=1}^n y_{ij} \lambda_j &\geq y_{r0} & (r=1,2,\dots,s) \\ \sum_{j=1}^n \lambda_j &= 1 \\ \lambda_j &\geq 0 & (j=1,2,\dots,n) \end{aligned} \quad (5.5)$$

Yukarıdaki model BBC modelinin zarflama şekli olarak bilinmektedir (W- Cooper vd., 2007). Modelin duali ise aşağıdaki gibi görülmektedir:

$$\begin{aligned} \text{Max}Z &= \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} - u_0 \\ \text{st:} \\ \sum_{i=1}^m v_i x_{i0} &= 1 \\ \sum_{r=1}^s u_r y_{r0} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - u_0 &\geq 0 & (j=1,2,\dots,n) \\ u_r, v_i &\geq 0 & (i=1,2,\dots,m) \quad (r=1,2,\dots,s) \end{aligned} \quad (5.6)$$

## 5.7. BULANIK VERİ ZARFLAMA ANALİZİ YÖNTEMLERİ

Bu bölümde bugüne kadar ortaya çıkan ve çok kullanılan Bulanık VZA modellerinden bahsedilecektir. Bu bölümde bugüne kadar ortaya çıkan ve çok kullanılan Bulanık VZA modellerinden bahsedilecektir. Modellerin hepsinin anlatılmasının tezde kullanılmadıkları için kısa bilgiler verilmiş ve kullanılan model üzerinde detaylı açıklamalar yapılmıştır.

### 5.7.1. Sengupta Modeli

Sengupta, VZA'da bulanık küme teorisini kullanan araştırmacılardandır. Modelde amaç fonksiyonu ve kısıtlar kesin olarak bilinmemektedir ve eksik ya da yetersiz girdi-çıkıtı verileri olan VZA modellerinin çözümü için iki yaklaşım önermektedir. Sengupta modelinde, çok girdili ve tek çıktılı veri zarflama modelini kullanmıştır. İlk önerdiği

modelde doğrusal üyelik fonksiyonunu kullanırken, ikinci önerisinde doğrusal olmayan üyelik fonksiyonu kullanmıştır (Sengupta, 1992).

### **5.7.2. Despotis-Smirlis Modeli**

Bu model 2001 yılında yapılan çalışmanın sonucunda ortaya konulmuştur. Model bulanık verilerle VZA problemi için alternatif bir yaklaşım önermiştir. Bu modelde, doğrusal olmayan VZA modelleri farklı bir formülasyon kullanılarak eşdeğer doğrusal programlama modeline dönüştürülmektedir (Despotis ve Smirlis, 2002). Burada değişkenler üzerinde dönüşümler uygulanarak en iyi ve en kötü durumlar için etkinlik aralıkları belirlenmiştir. Belirlenen etkinlik değerleri daha sonra oluşturulan dayanıklılık indeksine göre sıralanmıştır. Modelin önemli kısmı; sınırlandırılmış, kesin değeri bilinen ve sıralı verilerin kullanılmasıdır. Model aslında iki şekilde ifade edilmektedir. Sınırlandırılmış ve kesin veriler içeren DMU'ların üyelik fonksiyonu; girdiler ve çıktılar için monotonik artan (her ne kadar çalışmada belirtilmese de) olarak tanımlanmıştır. İkinci ifade ise sınırlandırılmış, kesin ve sıralı veriler için geliştirilmiştir (Güngör ve Oruç, 2009).

### **5.7.3. Cook-Kress-Seiford Modeli**

Cook, Kress ve Seiford yaptıkları iki çalışmada önce 1993 yılında sıralı veriler içeren girdi ve çıktı verileri için model önermişler ve sonra 1996 yılında kesin ve sıralı veriler içeren veri zarflama problemini geliştirmişlerdir (Cook, Kress ve Seiford, 1996).

### **5.7.4. Cooper-Park-Yu Modeli**

Model 1992 yılında 2 aşamalı bir model olarak sınırlandırılmış, kesin değerleri bilinen ve sıralı veriler için uygulanabilen bir modeldir. Modelin ilk aşamasında her veri, ilgili sütundaki maksimum değerli veriye bölünerek veriler için ölçek dönüşümü yapılır. İkinci aşamada ise hem girdi ve çıktı miktarları hem de girdi ve çıktılara verilecek ağırlıklar bilinmediği için doğrusal olmayan VZA modeli değişken dönüşümü yapılarak doğrusal VZA modeline çevrilir (William W. Cooper, Park ve Yu, 1999).

### **5.7.5. Kao-Liu Modeli**

Bulanık VZA modelleri genellikle CCR modelleri üzerinde yapılmıştır. Kao ve Liu'nun ortaya koydukları Bulanık VZA modeli, BCC modelinde Bulanık sayılar yerine üyelik fonksiyonunu modele dahil edip, iki parametrik programlama yöntemini



kullanmışlardır. Model  $\alpha$ -kesim yönteminden yararlanarak sınırlandırılmış ve kesin değeri bilinen verilere sahip problemler için uygulanabilen bir modeldir (Kao ve Liu, 2000).

#### **5.7.6. Tankaya- Gua Modeli**

Tankaya ve Gua, VZA'de verileri üçgen veri olarak kullanıp ve yeni bir model geliştirmişlerdir. Modelde  $\alpha$ -kesim yöntemini kullanarak doğrusal tabanlı VZA modelini aralık veriler için tanıtmışlardır. VZA ile bulanık regresyon arasındaki benzerlikler ve ilişkileri göz önünde bulundurarak Bulanık VZA'yi geliştirmişlerdir (Guo ve Tanaka, 2001).

#### **5.7.7. Saati-Memariani-Jahanshahloo Modeli**

Saati vd. önerdiği model Veri Zarflama modellerini bulanık verilerden yararlanarak çözülmesini sağlamaktadır. Bulanık girdi ve çıktı verilerinin üçgen üyelik fonksiyonuna sahip olduğu sınırlandırılmış ve kesin veriler için geliştirilmiş iki aşamalı bir modeldir (S. M. Saati, Memariani ve Jahanshahloo, 2002).

#### **5.7.8. Saati-Memariani Modeli**

VZA, her DMU'ya girdi ve çıktılarını ağırlıklandırmada esneklik tanıyarak, DMU'ların kendi etkinlik değerini maksimize edecek şekilde ağırlıklarını seçmesine olanak sağlayan bir modeldir. Bununla birlikte ağırlık seçmedeki bu esneklik aynı veri seti kullanılmasına rağmen, bazen çok farklı ağırlık değerlerinin verilmesine sebep olmaktadır. (S. Saati ve Memariani, 2005)'de ağırlıklardaki bu esnekliğin kontrol edilebildiği ve tüm DMU'lar için aynı ağırlık kümesinin kullanıldığı bulanık VZA modeli önermişlerdir. Model üç aşamadan oluşmakta olup, bulanık girdi ve çıktı verilerinin üçgen üyelik fonksiyonuna sahip olduğu sınırlandırılmış ve kesin veriler için geliştirilmiştir (Oruç, 2008).

#### **5.7.9. Lertworasirikul-Fang-Joines-Nuttle Modeli**

Sınırlandırılmış ve kesin veriler için geliştirilmiş bir modeldir. Model bulanık doğrusal programlama modellerinden olup, alternatif olarak olasılıklı model önerilmiştir. Modelde kullanılan verilerin üyelik fonksiyonu yamuk sayı olarak tanımlanmıştır (Lertworasirikul, Fang, Joines ve Nuttle, 2003).

### 5.7.10. Leon-Liern-Ruiz-Sirvent Modeli

2003 yılında “A Fuzzy Mathematical Programming Approach to the Assessment of Efficiency with DEA Models” isimli çalışmanın sonucunda ortaya koyulan model sınırlandırılmış ve kesin değeri bilinen verileri içeren bir modeldir. Modelde yer alan girdi ve çıktı verileri yamuk üyelik fonksiyonuna sahiptir (León, Liern, Ruiz ve Sirvent, 2003).

### 5.7.11. Zhu Modeli

Zhu, bulanık CCR modelini sınırlandırılmış ve sıralı veriler kullanarak yeni bir model geliştirmiştir. Bu tür verilerin kullanıldığı zaman doğrusal CCR modeli, doğrusal olmayan modele dönüşmektedir. Çalışmada doğrusal olmayan modeli doğrusal hale getirmek için iki yöntem kullanılmaktadır. Birincisi ölçek değişikliği ve ikincisinde değişken değişimi yöntemidir (Zhu, 2003).

Yukarıdaki kısaca anlatılan yöntemler literatürde sıkça rastladığımız bulanık Veri Zarflama modelleridir. Ancak bu modellerin her biri problem ve verilerin türüne göre kullanmaya tabi tutulmaktadır. Daha sonra uygulama kısmında açıklanan veriler ve probleme göre uygun model aşağıdaki gösterilen Wang ve Chin’in 2011 yılında ortaya koydukları modeldir.

### 5.7.12. Wang-Chin Modeli

Geleneksel Veri Zarflama modellerinde kesin verilerin kullanılması gereklidir, yalnız her zaman gerçek problemlerde kesin veriler elde edilemezler. Wang ve Chin 2011 yılında Bulanık VZA geliştirmişlerdir. Modelin diğer Bulanık VZA modellerinden önemli farklılıkları; beklenen değer üzerinden kurulan ve değerleri kesin olan ve bilinmeyen verileri bir arada kullanmasıdır. Model aşağıdaki gibi açıklanmaktadır (Y.-M. Wang ve Chin, 2011);

Modele göre analiz edilecek problemde ( $n$ ) adet karar verme biriminin (DMU), ( $m$ ) adet girdisi ve ( $s$ ) adet çıktısı olduğu varsayılmaktadır.  $x_{ij}$  ( $i=1, \dots, m$ ) değişkeni ve  $y_{rj}$  ( $r=1, \dots, s$ ) değişkeni sırasıyla  $DMU_j$ 'nin girdi ve çıktı miktarlarını göstermektedir. Tüm girdi ( $x_{ij}$ ) ve çıktı ( $y_{rj}$ ) değişkenleri özelliklerini koruyarak belirsiz ve nitel olarak yamuk bulanık sayı şeklinde ifade edilebilir:

$$\tilde{x}_{ij} = (x_{ij}^L, x_{ij}^M, x_{ij}^N, x_{ij}^U) \quad , \quad x_{ij}^L \geq 0 \quad (i=1, \dots, m), (j=1, \dots, n) \quad (5.7)$$

ve

$$\tilde{y}_{ij} = (y_{ij}^L, y_{ij}^M, y_{ij}^N, y_{ij}^U) \quad , \quad y_{ij}^L \geq 0 \quad (r=1, \dots, s), (j=1, \dots, n) \quad (5.8)$$

Kesin ve üçgen bulanık şeklindeki veriler  $\tilde{x}_{ij}$  ve  $\tilde{y}_{ij}$  yamuk bulanık sayının özel bir hali olarak nitelendirilir ve sırasıyla  $x_{ij}^L = x_{ij}^M = x_{ij}^N = x_{ij}^U$ ,  $y_{ij}^L = y_{ij}^M = y_{ij}^N = y_{ij}^U$  ve  $x_{ij}^M = x_{ij}^N$ ,  $y_{ij}^M = y_{ij}^N$  olduğu bilinmektedirler.  $DMU_j$ 'nin toplam ağırlıklandırılmış bulanık çıktı<sup>1</sup> (FWO) ve Toplam ağırlıklandırılmış bulanık girdi<sup>2</sup> (FWI), aşağıdaki formüllerle hesaplanmaktadır.

$$FWO_j = \sum_{r=1}^s \tilde{u}_r \tilde{y}_{rj} = \sum_{r=1}^s (u_r^L, u_r^M, u_r^N, u_r^U) \times (y_{rj}^L, y_{rj}^M, y_{rj}^N, y_{rj}^U), \quad (5.9)$$

$$FWI_j = \sum_{i=1}^m \tilde{v}_i \tilde{x}_{ij} = \sum_{i=1}^m (v_i^L, v_i^M, v_i^N, v_i^U) \times (x_{ij}^L, x_{ij}^M, x_{ij}^N, x_{ij}^U), \quad (5.10)$$

Yukarıdaki denklemlerde  $\tilde{u}_r = (u_r^L, u_r^M, u_r^N, u_r^U)$  ve  $\tilde{v}_r = (v_r^L, v_r^M, v_r^N, v_r^U)$  sırasıyla bulanık girdi  $\tilde{x}_{ij}$  ve bulanık çıktı  $\tilde{y}_{ij}$ 'nin bulanık ağırlıkları olarak bilinmektedirler. İki pozitif bulanık sayının toplam ve çarpım işlemleri doğrultusunda (5.9) ve (5.10) denklemleri yaklaşık olarak aşağıdaki gibi ifade edilebilir;

$$FWO_j \approx \left( \sum_{r=1}^s u_r^L y_{rj}^L, \sum_{r=1}^s u_r^M y_{rj}^M, \sum_{r=1}^s u_r^N y_{rj}^N, \sum_{r=1}^s u_r^U y_{rj}^U \right), \quad (5.11)$$

$$FWI_j \approx \left( \sum_{i=1}^m v_i^L x_{ij}^L, \sum_{i=1}^m v_i^M x_{ij}^M, \sum_{i=1}^m v_i^N x_{ij}^N, \sum_{i=1}^m v_i^U x_{ij}^U \right) \quad (5.12)$$

Yukarıdaki denklemlerin beklenen değeri<sup>3</sup> (E) iki bulanık yamuk sayı şeklinde gösterilebilir;

---

<sup>1</sup> The total fuzzy weighted output

<sup>2</sup> the total fuzzy weighted input

<sup>3</sup> Exepted value

$$\begin{aligned}
E(FWO_j) &= \frac{1}{4} \left( \sum_{r=1}^s u_r^L y_{rj}^L + \sum_{r=1}^s u_r^M y_{rj}^M + \sum_{r=1}^s u_r^N y_{rj}^N + \sum_{r=1}^s u_r^U y_{rj}^U \right) \\
&= \frac{1}{4} \sum_{r=1}^s (u_r^L y_{rj}^L + u_r^M y_{rj}^M + u_r^N y_{rj}^N + u_r^U y_{rj}^U)
\end{aligned} \tag{5.13}$$

$$\begin{aligned}
E(FWI_j) &= \frac{1}{4} \left( \sum_{i=1}^m v_i^L x_{ij}^L + \sum_{i=1}^m v_i^M x_{ij}^M + \sum_{i=1}^m v_i^N x_{ij}^N + \sum_{i=1}^m v_i^U x_{ij}^U \right) \\
&= \frac{1}{4} \sum_{i=1}^m (v_i^L x_{ij}^L + v_i^M x_{ij}^M + v_i^N x_{ij}^N + v_i^U x_{ij}^U)
\end{aligned} \tag{5.14}$$

ve buna dayanarak  $DMU_j$ 'nin etkinlik miktarı bulanık ortamda aşağıdaki gibi tanımlanabilir;

$$\theta_j = \frac{E(FWO_j)}{E(FWI_j)} = \frac{\sum_{r=1}^s (u_r^L y_{rj}^L + u_r^M y_{rj}^M + u_r^N y_{rj}^N + u_r^U y_{rj}^U)}{\sum_{i=1}^m (v_i^L x_{ij}^L + v_i^M x_{ij}^M + v_i^N x_{ij}^N + v_i^U x_{ij}^U)}, \quad j=1, \dots, n \tag{5.15}$$

Yukarıdaki denklem bir kesin fonksiyon olarak  $n$  tane  $DMU$  'nun etkinlik değerini ölçmekte ve karşılaştırmaktadır.

$\theta_j$  farklı açılardan ölçülebilmektedir. Etkinlik değerini ölçmek istediğimiz  $DMU$  'ya  $DMU_o$  ismi verilirse iyimser bakış açısından  $\theta_o$  kesirli model yardımıyla  $DMU_o$  'nun en iyi görelî etkinlik miktarı eşitlik (5.16) hesaplanmaktadır;

$$\begin{aligned}
Max \theta_o^{best} &= \frac{\sum_{r=1}^s (u_r^L y_{r0}^L + u_r^M y_{r0}^M + u_r^N y_{r0}^N + u_r^U y_{r0}^U)}{\sum_{i=1}^m (v_i^L x_{i0}^L + v_i^M x_{i0}^M + v_i^N x_{i0}^N + v_i^U x_{i0}^U)} \\
s.t : & \\
& \frac{\sum_{r=1}^s (u_r^L y_{rj}^L + u_r^M y_{rj}^M + u_r^N y_{rj}^N + u_r^U y_{rj}^U)}{\sum_{i=1}^m (v_i^L x_{ij}^L + v_i^M x_{ij}^M + v_i^N x_{ij}^N + v_i^U x_{ij}^U)} \leq 1, \quad j=1, \dots, n \\
& u_r^U \geq u_r^N \geq u_r^M \geq u_r^L \geq 0, \quad r=1, \dots, s \\
& v_i^U \geq v_i^N \geq v_i^M \geq v_i^L \geq 0, \quad i=1, \dots, m
\end{aligned} \tag{5.16}$$

ve kötümser bakış açısından  $DMU_o$  'nun en kötü görelî etkinlik miktarı aşağıdaki modelle hesaplanmaktadır;

$$\begin{aligned}
\text{Min}\theta_0^{\text{worst}} &= \frac{\sum_{r=1}^s (u_r^L y_{r0}^L + u_r^M y_{r0}^M + u_r^N y_{r0}^N + u_r^U y_{r0}^U)}{\sum_{i=1}^m (v_i^L x_{i0}^L + v_i^M x_{i0}^M + v_i^N x_{i0}^N + v_i^U x_{i0}^U)} \\
\text{s.t.} & \\
& \frac{\sum_{r=1}^s (u_r^L y_{rj}^L + u_r^M y_{rj}^M + u_r^N y_{rj}^N + u_r^U y_{rj}^U)}{\sum_{i=1}^m (v_i^L x_{ij}^L + v_i^M x_{ij}^M + v_i^N x_{ij}^N + v_i^U x_{ij}^U)} \geq 1, \quad j=1, \dots, n \\
& u_r^U \geq u_r^N \geq u_r^M \geq u_r^L \geq 0, \quad r=1, \dots, s \\
& v_i^U \geq v_i^N \geq v_i^M \geq v_i^L \geq 0, \quad i=1, \dots, m
\end{aligned} \tag{5.17}$$

Yukarıdaki kesirli modeller Charnes ve Cooper'in 1962 yılında yaptıkları çalışmanın doğrultusunda doğrusal programlama (LP) model şekline dönüştürebilir;

$$\begin{aligned}
\text{Max}\theta_0^{\text{best}} &= \sum_{r=1}^s (u_r^L y_{r0}^L + u_r^M y_{r0}^M + u_r^N y_{r0}^N + u_r^U y_{r0}^U) \\
\text{s.t.} & \\
& \sum_{i=1}^m (v_i^L x_{i0}^L + v_i^M x_{i0}^M + v_i^N x_{i0}^N + v_i^U x_{i0}^U) = 1 \\
& \sum_{r=1}^s (u_r^L y_{rj}^L + u_r^M y_{rj}^M + u_r^N y_{rj}^N + u_r^U y_{rj}^U) \\
& - \sum_{i=1}^m (v_i^L x_{ij}^L + v_i^M x_{ij}^M + v_i^N x_{ij}^N + v_i^U x_{ij}^U) \leq 0, \quad j=1, \dots, n \\
& u_r^U \geq u_r^N \geq u_r^M \geq u_r^L \geq 0, \quad r=1, \dots, s \\
& v_i^U \geq v_i^N \geq v_i^M \geq v_i^L \geq 0, \quad i=1, \dots, m
\end{aligned} \tag{5.18}$$

ve

$$\begin{aligned}
\text{Min}\theta_0^{\text{worst}} &= \sum_{r=1}^s (u_r^L y_{r0}^L + u_r^M y_{r0}^M + u_r^N y_{r0}^N + u_r^U y_{r0}^U) \\
\text{s.t.} & \\
& \sum_{i=1}^m (v_i^L x_{i0}^L + v_i^M x_{i0}^M + v_i^N x_{i0}^N + v_i^U x_{i0}^U) = 1 \\
& \sum_{r=1}^s (u_r^L y_{rj}^L + u_r^M y_{rj}^M + u_r^N y_{rj}^N + u_r^U y_{rj}^U) \\
& - \sum_{i=1}^m (v_i^L x_{ij}^L + v_i^M x_{ij}^M + v_i^N x_{ij}^N + v_i^U x_{ij}^U) \geq 0, \quad j=1, \dots, n \\
& u_r^U \geq u_r^N \geq u_r^M \geq u_r^L \geq 0, \quad r=1, \dots, s \\
& v_i^U \geq v_i^N \geq v_i^M \geq v_i^L \geq 0, \quad i=1, \dots, m
\end{aligned} \tag{5.19}$$

Eğer  $\theta_0^{best} = 1$  ise o zaman  $DMU_o$  optimal etkindir, aksi durumda etkin değildir ve eğer  $\theta_0^{worst} = 1$  ise,  $DMU_o$  kötümser etkinsizdir ve diğer durumlarda kötümser etkindir. Bu iki modelin yorumları, farklı bakış açılarından oldukları için etkinlik değerleri birbiriyle kıyaslanıp yorumlanamazlar. Başka bir ifadeyle  $\theta_0^{worst}$  (kötümser etkinlik) değeri  $\theta_0^{best}$  değerinden az olamaz. Bu yüzden (Y. Wang, Chin ve Yang, 2007) yaptıkları çalışma doğrultusunda,  $n$  adet DMU'ların optimal ve kötümser etkinlik ölçümünde her iki optimal ve kötümser ekstremum noktasının yardımıyla hesaplanmalıdır. Teorik olarak da her bir DMU'nun performansının genel değerlendirmesinde, her iki ekstremum noktasını da göz önünde bulundurmak gerekir. Bu duruma 'double frontier analysis' (DFA) denir. Bu bağlamda Wang ve diğerlerinin 2007 yılında önerdikleri geometrik ortalama etkinlik indeksi kullanılır;

$$\theta_0^{Geometric} = \sqrt{\theta^{best} \times \theta^{worst}}, \quad j = 1, \dots, n \quad (5.20)$$

Bu yöntem optimal ve kötümser ekstremum etkinliklerin birleşiminden ortalama etkinliği hesapladığı için daha kapsamlı bir sonuç vermektedir.

Kesin verilerden oluşan girdi ve çıktılar kesin ağırlıkların olmasını gerektirir. Bu durumda bulanık ağırlıklar  $\tilde{v}_r = (v_i^L, v_i^M, v_i^N, v_i^U)$  ve  $\tilde{u}_r = (u_r^L, u_r^M, u_r^N, u_r^U)$  konuya uyum sağlamak için  $v_i^U = v_i^N = v_i^M = v_i^L$  ve  $u_r^U = u_r^N = u_r^M = u_r^L$  şeklinde kesin girdi ve çıktılar için düşünülmektedir. Bu bağlamda tüm  $r = 1, \dots, s$  ve  $i = 1, \dots, m$ 'ler için  $u_r^U = u_r^N = u_r^M = u_r^L = u_r \geq 0$  ve  $v_i^U = v_i^N = v_i^M = v_i^L = v_i \geq 0$  olduğunda aşağıdaki ifade gösterilebilir;

$$\theta_j = \frac{\sum_{r=1}^s u_r (y_{rj}^L + y_{rj}^M + y_{rj}^N + y_{rj}^U)}{\sum_{i=1}^m v_i (x_{ij}^L + x_{ij}^M + x_{ij}^N + x_{ij}^U)} = \frac{\sum_{r=1}^s u_r E(\tilde{y}_{rj})}{\sum_{i=1}^m v_i E(\tilde{x}_{ij})}, \quad j = 1, \dots, n \quad (5.21)$$

Burada  $E(\tilde{x}_{ij})$  ve  $E(\tilde{y}_{rj})$  sırasıyla bulanık girdi  $\tilde{x}_{ij}$  ve bulanık çıktı  $\tilde{y}_{rj}$ 'nin beklenen değeri olarak bilinmekte ve  $DMU_j$ 'nin kesin girdi ve çıktıları içinde

görünebilmektedir. Buna göre (5.18) ve (5.19) bulanık beklenen değer<sup>1</sup> modelleri geleneksel Veri Zarflama modelleri halinde ifade edilmektedir;

$$\text{Max}\theta_0^{best} = \sum_{r=1}^s u_r E(\tilde{y}_{r0})$$

st :

$$\sum_{i=1}^m v_i E(\tilde{x}_{i0}) = 1 \quad (5.22)$$

$$\sum_{r=1}^s u_r E(\tilde{y}_{rj}) - \sum_{i=1}^m v_i E(\tilde{x}_{ij}) \leq 0, \quad j = 1, \dots, n$$

$$u_r, v_j \geq 0, \quad r = 1, \dots, s; \quad i = 1, \dots, m$$

ve

$$\text{Min}\theta_0^{worst} = \sum_{r=1}^s u_r E(\tilde{y}_{r0})$$

st :

$$\sum_{i=1}^m v_i E(\tilde{x}_{i0}) = 1 \quad (5.23)$$

$$\sum_{r=1}^s u_r E(\tilde{y}_{rj}) - \sum_{i=1}^m v_i E(\tilde{x}_{ij}) \geq 0, \quad j = 1, \dots, n$$

$$u_r, v_j \geq 0, \quad r = 1, \dots, s; \quad i = 1, \dots, m$$

Bu iki modelin (5.22 ve 5.23) daha önce tanımladığımız (5.18) ve (5.19) modellerine göre, her DMU için en çok ve en az uygun ağırlık seçiminde daha az serbestlik ve esnekliğe sahiptir. Sonuç olarak (5.22) modelinden elde edilen  $\theta_0^{best}$  değeri (5.18) modelindeki  $\theta_0^{best}$  değerinden yüksek miktara sahip olamaz. Aynı şekilde (5.23) modeldeki  $\theta_0^{worst}$  değeri de (5.19) modeldeki  $\theta_0^{worst}$  değerinden az miktara sahip olamayacaktır.

Üçgen ve kesin bulanık sayılar yamuk bulanık sayıların özel bir şekli olduğundan (5.18), (5.19), (5.22) ve (5.23) doğrusal programlama modelleri kesin verisi olan girdi ve çıktılarla birlikte bulanık yamuk girdi ve çıktı değerlerine de uygulanabilmektedir. Örneğin (5.18) ve (5.19) LP modelleri üçgen bulanık sayılar için aşağıdaki gibi gösterilmektedir;

---

<sup>1</sup> Fuzzy Expected Value

$$\text{Max}\theta_0^{\text{best}} = \sum_{r=1}^s (u_r^L y_{r0}^L + 2u_r^M y_{r0}^M + u_r^U y_{r0}^U)$$

*st* :

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m (v_i^L x_{i0}^L + v_i^M x_{i0}^M + v_i^U x_{i0}^U) &= 1 \\ \sum_{r=1}^s (u_r^L y_{rj}^L + u_r^M y_{rj}^M + u_r^U y_{rj}^U) & \\ - \sum_{i=1}^m (v_i^L x_{ij}^L + v_i^M x_{ij}^M + v_i^U x_{ij}^U) &\leq 0, \quad j=1, \dots, n \\ u_r^U \geq u_r^M \geq u_r^L \geq 0, \quad r=1, \dots, s & \\ v_i^U \geq v_i^M \geq v_i^L \geq 0, \quad i=1, \dots, m & \end{aligned} \quad (5.24)$$

ve

$$\text{Min}\theta_0^{\text{worst}} = \sum_{r=1}^s (u_r^L y_{r0}^L + 2u_r^M y_{r0}^M + u_r^U y_{r0}^U)$$

*st* :

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^m (v_i^L x_{i0}^L + v_i^M x_{i0}^M + v_i^U x_{i0}^U) &= 1 \\ \sum_{r=1}^s (u_r^L y_{rj}^L + u_r^M y_{rj}^M + u_r^U y_{rj}^U) & \\ - \sum_{i=1}^m (v_i^L x_{ij}^L + v_i^M x_{ij}^M + v_i^U x_{ij}^U) &\geq 0, \quad j=1, \dots, n \\ u_r^U \geq u_r^M \geq u_r^L \geq 0, \quad r=1, \dots, s & \\ v_i^U \geq v_i^M \geq v_i^L \geq 0, \quad i=1, \dots, m & \end{aligned} \quad (5.25)$$

Burada  $\tilde{x}_{ij} = (x_{ij}^L, x_{ij}^M, x_{ij}^U)$  ve  $\tilde{y}_{ij} = (y_{ij}^L, y_{ij}^M, y_{ij}^U)$  bulanık üçgen girdi ve çıktılar için

$\tilde{u}_r = (u_r^L, u_r^M, u_r^U)$   $\tilde{v}_r = (v_r^L, v_r^M, v_r^U)$  bulanık üçgen ağırlıklar olarak ifade edilir.



## ALTINCI BÖLÜM

### UYGULAMA

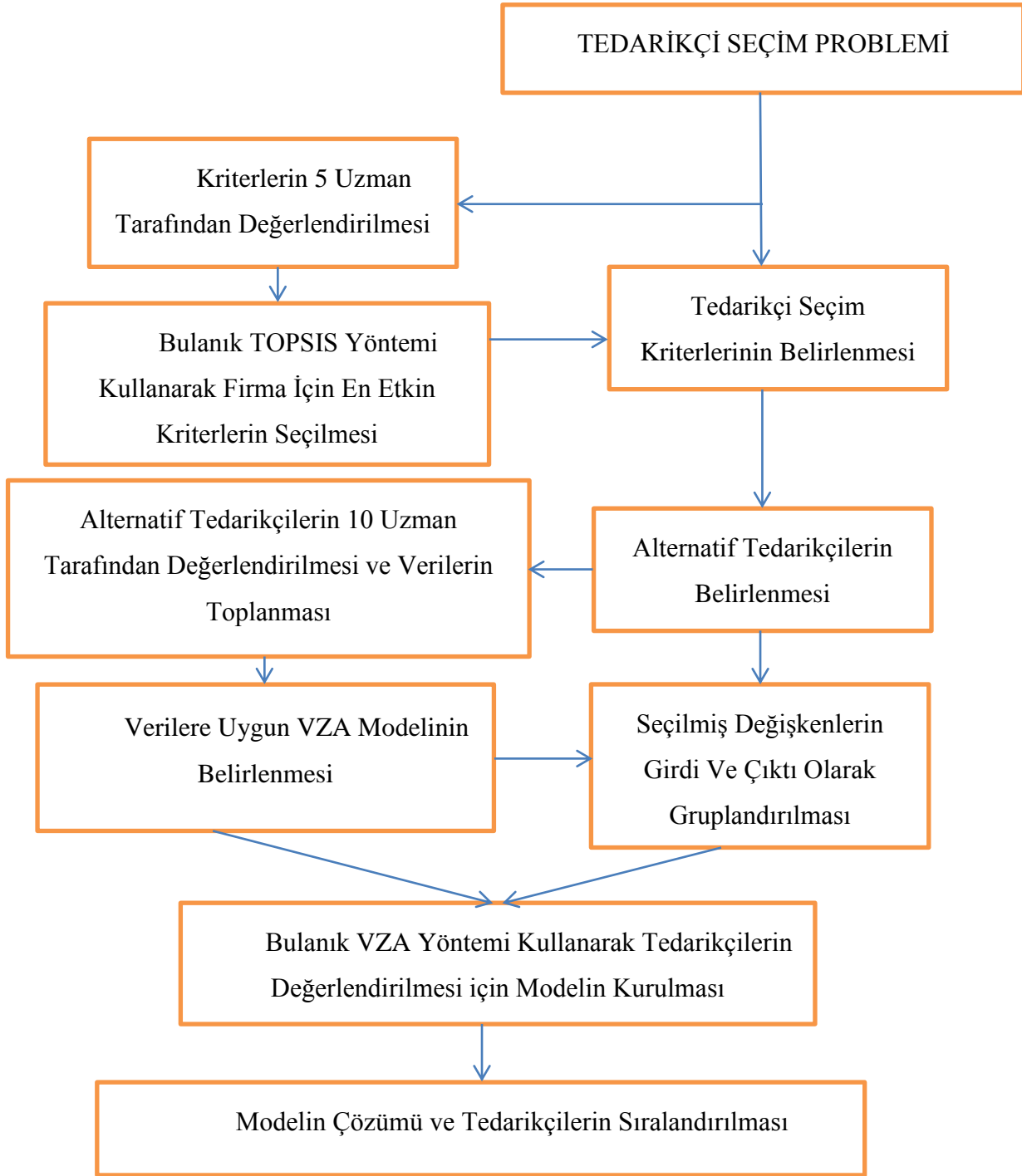
#### 6.1. AMAÇ VE KAPSAM

Şirketler faaliyetlerini sürdürebilmek için farklı tedarikçilerle çalışmaya ihtiyaç duyarlar. Farklı endüstrilerde hammadde ve yarı mamul parçaların maliyeti ürün maliyetinin %70'ine ulaşabilir. Bu gibi durumlarda satın alma bölümü, maliyeti azaltma ve satın alma yönetiminin en önemli fonksiyonlarından biri olan tedarikçi seçiminde büyük bir role sahiptir (Ghodsypour ve O'brien, 1998).

Bu çalışmada tedarikçi seçimi problemine çözüm bulmak amacıyla bir otomobil üreten firma ve tedarikçileri araştırmaya tabi tutulmuştur. Firma 1960'lardan itibaren uluslararası otomobil firmalarıyla iş birliği yaparak otomobil üretmektedir. Firma ürünlerinin çeşitli parçaları birçok tedarikçi tarafından temin edilmektedir. Bu nedenle otomobilin bir parçası (tampon) baz alınarak, araştırmanın uygulaması bu parçanın tedarikçileri üzerine yapılmıştır.

Literatürde tedarikçi seçim problemine karşı geliştirilen yaklaşımların bir kısmında problemde yer alan toplam kriter setinden, çeşitli yöntemler uygulanarak öncelikli kriterler belirlenmekte ve seçilen kriterlere bağlı olarak problem çözülmektedir. Bu çalışmada ilk olarak, tedarikçi seçimi için kriterler belirlenmiştir. Bunun için Dickson'nun 23 kriteri baz alınmış ve firmanın satın alma bölümündeki uzmanlara danışarak öncelikli kriterler Bulanık TOPSIS yöntemiyle belirlenmiş ve önem sırasına göre sıralanmıştır.

Tedarikçi seçimi kriterleri belirlendikten sonra çalışmanın ana amacı olan firmanın tedarikçi seçimi problemine çözüm aranmıştır. Bu amaca ulaşmak için firmanın belirlenen kriterler bazında, Bulanık VZA kullanılarak bir model kurulmuş ve tedarikçilerin performansı değerlendirilmiştir. Model olarak, Wang vd. (2011) çalışmalarının sonucunda ortaya çıkan model kullanılmıştır. Model, Veri Zarflama Analizi paket programlarıyla çözülemediğinden, her karar verme birimi için Excel Solver'da bir makro geliştirilerek çözülmüştür. Tezin uygulama aşamaları Şekil 6.1'de gösterilmiştir.



**Şekil 6. 1.** Tezin Uygulama Aşamaları

## 6.2. VERİLER

Uygulama büyük ölçekli otomobil üreten bir firma üzerine gerçekleştirilmiştir. Firma 2012 yılında yaklaşık 147 bin otomobil üretmiştir. Firma Renault, Nissan gibi dünyanın birçok büyük firmalarıyla iş birliği yapmakta ve otomobil üretmektedir. Tedarikçi seçiminde, literatürde de sık karşılaştığımız problem, uygun ve yeterli

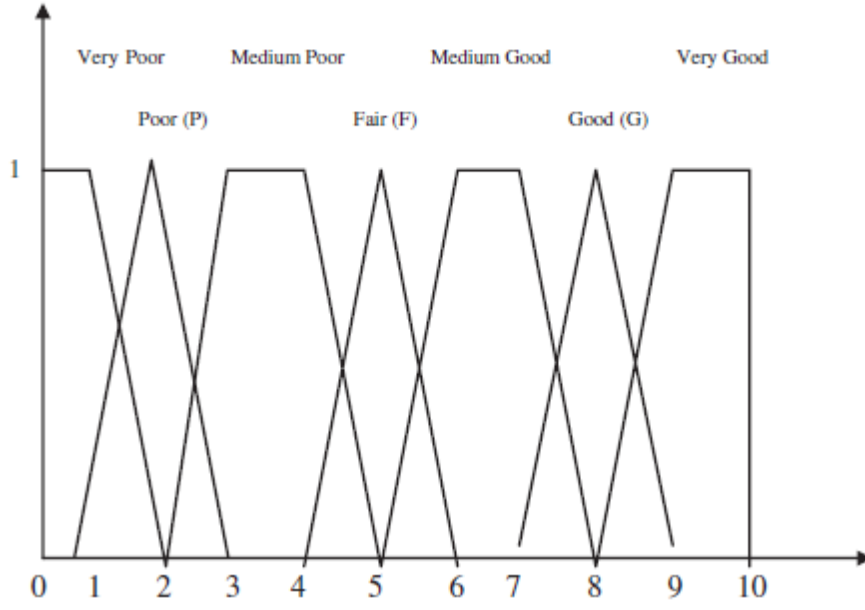
verilerin olmaması veya veri bulunamamasıdır. Çalışmada tedarikçilere ait bazı veriler firmanın satın alma bölümünden alınmıştır. **Verilerin büyük** bir kısmı uzman görüşüne başvurarak temin edilmiştir. Tedarikçi seçimi kriterleri önceliklerinin belirlenmesi için, firmanın satın alma bölümünde 5 uzmanla görüşerek veriler elde edilmiştir. Daha sonra tedarikçilerin performansını ölçebilmek için tekrar uzman görüşüne başvurulmuş ve 5 satın alma uzmanı ve 5 farklı yönetim biriminden uzmanla görüşmeler yapılmış ve sözel veriler toplanmıştır.

### 6.3. BULANIK TOPSIS UYGULAMASI

Tedarikçi seçiminde kullanılan kriterler oldukça fazladır. Farklı çalışmalarda farklı kriterler ve değişkenlerin olduğu gözükmemektedir. Bu nedenle ilk olarak Bulanık TOPSIS yöntemi kullanılarak bu kriterler arasında öncelikli olanlar belirlenmiştir. Bunun için dördüncü bölümde belirtilen Bulanık TOPSIS yönteminin adımları takip edilmiştir. Çalışmanın bu aşamasında yöntemin uygulanmasında kullanılan adımlar literatüre sağladığı katkı nedeniyle, çalışmanın özgünlüğünü yansıtmaktadır.

**Adım 1:** Bu adımda karar matrisinin oluşturulması için satın alma biriminin 5 uzmanının görüşlerinden faydalanılmıştır. Bu matris oluşturulurken sütunda alternatifler ve satırda kriterler yer alır. Bu çalışmada farklı bir bakışla tedarikçi seçiminde kullanılan kriterler arasında bir sıralama elde etmek ve seçim yapmak amacıyla, tedarikçi seçim kriterleri alternatif olarak ve her bir uzmanın görüşü bir kriter olarak düşünülmüştür.

Uzmanların sözel ifadelerine karşılık gelen yamuk sayı değerleri Tablo 6.1'e göre değerlendirilmiştir. Tablo 6.1'in grafik olarak karşılığı Şekil 6.2'de verilmiştir. Buna göre, uzman görüşlerinin sözel değerleri yamuk bulanık sayı olarak Tablo 6.2 verilmiştir.



**Şekil 6. 2.** Sözel Değişkenler için Bulanık Değerleri (C.-T. Chen ve diğ., 2006)

**Tablo 6. 1.** Alternatiflerin Değerlendirilmesinde Kullanılan Sözel Değerler ve Yamuk Bulanık Sayılar Olarak Karşılıkları

Çok Düşük	(0, 0, 1, 2)
Düşük	(1, 2, 2, 3)
Biraz Düşük	(2, 3, 4, 5)
Orta	(4, 5, 5, 6)
Biraz Yüksek	(5, 6, 7, 8)
Yüksek	(7, 8, 8, 9)
Çok Yüksek	(8, 9, 9, 10)

**Tablo 6. 2.** Tedarikçi Seçimi Kriterleri Karar Matrisi

	<b>Tedarikçi Seçimi Kriterleri</b>	Uzman 1	Uzman 2	Uzman 3	Uzman 4	Uzman 5
K1	Fiyat	(7, 8, 8, 9)	(4, 5, 5, 6)	(2, 3, 4, 5)	(4, 5, 5, 6)	(9, 9, 10, 10)
K2	Kalite	(4, 5, 5, 6)	(7,8, 8,0,9)	(5, 6, 7,8)	(5, 6, 7, 8)	(7, 8, 8, 9)
K3	Dağıtım (teslimat)	(9, 9, 10, 10)	(9, 9, 10, 10)	(9, 9, 10, 10)	(9, 9, 10, 10)	(9, 9, 10, 10)
K4	Ürün garanti süresi	(7, 8, 8, 9)	(7, 8, 8, 9)	(9, 9, 10, 10)	(9, 9, 10, 10)	(7, 8, 8, 9)
K5	Tedarikçinin bakım desteği	(4, 5, 5, 6)	(1, 2, 2,3)	(1, 2, 2,3)	(9, 9, 10, 10)	(7, 8, 8, 9)
K6	Tedarikçinin davranışı	(4, 5, 5, 6)	(1, 2, 2, 3)	(5, 6, 7,8)	(5, 6, 7,8)	(7, 8, 8, 9)
K7	Eğitim destekleri	(0, 0, 1, 2)	(0, 0, 1, 2)	(1, 2, 2,3)	(9, 9, 10, 10)	(0, 0, 1, 2)
K8	Tedarikçinin performansı	(4, 5, 5, 6)	(7, 8, 8, 9)	(5, 6, 7,8)	(5, 6, 7,8)	(0, 0, 1, 2)
K9	Finansal durum	(4, 5, 5, 6)	(0, 0, 1, 2)	(4, 5, 5, 6)	(7, 8, 8, 9)	(4, 5, 5, 6)
K10	Tedarikçi lokasyonu	(7, 8, 8, 9)	(7, 8, 8, 9)	(7, 8, 8, 9)	(9, 9, 10, 10)	(7, 8, 8, 9)
K11	İki taraflı anlaşmalar	(7, 8, 8, 9)	(9, 9, 10, 10)	(9, 9, 10, 10)	(9, 9, 10, 10)	(7, 8, 8, 9)
K12	Yönetim ve organizasyonu	(1, 2, 2, 3)	(4, 5, 5, 6)	(5, 6, 7, 8)	(7, 8, 8, 9)	(4, 5, 5, 6)
K13	Tedarikçi iletişimi	(1, 2, 2, 3)	(7, 8, 8, 9)	(7, 8, 8, 9)	(5, 6, 7,8)	(5, 6, 7,8)
K14	Teknik kapasite	(0, 0, 1, 2)	(0, 0, 1, 2)	(7, 8, 8, 9)	(0, 0, 1, 2)	(7, 8, 8, 9)
K15	Üretim yetenekleri ve kapasiteleri	(7, 8, 8, 9)	(2, 3, 4, 5)	(5, 6, 7,8)	(7, 8, 8, 9)	(4, 5, 5, 6)
K16	Ürün ambalajlama kalitesi	(7, 8, 8, 9)	(4, 5, 5, 6)	(2, 3, 4, 5)	(9, 9, 10, 10)	(7, 8, 8, 9)
K17	Operasyonel kontroller	(1, 2, 2, 3)	(7, 8, 8, 9)	(5, 6, 7,8)	(5, 6, 7,8)	(1, 2, 2, 3)
K18	Tedarikçinin ürünle ilgili tecrübesi	(9, 9, 10, 10)	(9, 9, 10, 10)	(9, 9, 10, 10)	(7, 8, 8, 9)	(9, 9, 10, 10)
K19	Ünü ve pozisyon	(1, 2, 2, 3)	(7, 8, 8, 9)	(9, 9, 10, 10)	(9, 9, 10, 10)	(1, 2, 2, 3)
K20	Prosedürlere uyma	(1, 2, 2, 3)	(4, 5, 5, 6)	(2, 3, 4, 5)	(0, 0, 1, 2)	(1, 2, 2, 3)
K21	Tedarikçi firmanın izlenimi	(9, 9, 10, 10)	(0, 0, 1, 2)	(7, 8, 8, 9)	(5, 6, 7, 8)	(2, 3, 4, 5)
K22	Tedarikçinin istekliliği	(5, 6, 7, 8)	(0, 0, 1, 2)	(9, 9, 10, 10)	(0, 0, 1, 2)	(7, 8, 8, 9)
K23	Tedarikçinin iş süreçleri kayıtları	(0, 0, 1, 2)	(9, 9, 10, 10)	(2, 3, 4, 5)	(9, 9, 10, 10)	(1, 2, 2, 3)

**Adım 2 ve 3:** Genelde Bulanık TOPSIS yönteminin 2.adımında kriterlerin ağırlıkları belirlenmektedir. Bu çalışmada daha önce anlatıldığı gibi her bir uzman kriter olarak değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Dolayısıyla tüm kriterler (uzmanlar) insani faktör olduğundan aynı ağırlığa sahiptir. Yani, buradaki kriterler ağırlıksız olarak bilinmektedir. Bu yüzden TOPSIS yöntemin 2. Adımı uygulanmadan üçüncü adıma geçilmiştir. Üçüncü adımda ise normalleştirilmiş matris 4.22 denklemini (hepsi pozitif kriter olduğundan) kullanarak elde edilmiştir. Böylece, Tablo 6.3, 2.adım içinde geçerli olmaktadır.

Örneğin birinci alternatifin kriterleri aşağıdaki gibi hesaplanır:

$$d_j^* = 10$$

$$\tilde{r}_{i1} = \left( \frac{7}{10}, \frac{8}{10}, \frac{8}{10}, \frac{9}{10} \right) = (0.7, 0.8, 0.8, 0.9)$$

$$\tilde{r}_{i2} = \left( \frac{4}{10}, \frac{5}{10}, \frac{5}{10}, \frac{6}{10} \right) = (0.4, 0.5, 0.5, 0.6)$$

$$\tilde{r}_{i3} = \left( \frac{2}{10}, \frac{3}{10}, \frac{4}{10}, \frac{5}{10} \right) = (0.2, 0.3, 0.4, 0.5)$$

$$\tilde{r}_{i4} = \left( \frac{4}{10}, \frac{5}{10}, \frac{5}{10}, \frac{6}{10} \right) = (0.4, 0.5, 0.5, 0.6)$$

$$\tilde{r}_{i5} = \left( \frac{9}{10}, \frac{9}{10}, \frac{10}{10}, \frac{10}{10} \right) = (0.9, 0.9, 1, 1)$$

**Tablo 6. 3.** Tedarikçi Seçimi Kriterleri Normelleştirilmiş Karar Matrisi

	Uzman 1	Uzman 2	Uzman 3	Uzman 4	Uzman 5
K1	(0.7,0.8,0.8,0.9)	(0.4,0.5,0.5,0.6)	(0.2,0.3,0.4,0.5)	(0.4,0.5,0.5,0.6)	(0.9,0.9,1, 1)
K2	(0.4,0.5,0.5,0.6)	(0.7,0.8,0.8,0.9)	(0.5,0.6,0.7,0.8)	(0.5,0.6,0.7,0.8)	(0.7,0.8,0.8,0.9)
K3	(0.9,0.9,1, 1)	(0.9,0.9,1, 1)	(0.9,0.9,1, 1)	(0.9,0.9,1, 1)	(0.9,0.9,1, 1)
K4	(0.7,0.8,0.8,0.9)	(0.7,0.8,0.8,0.9)	(0.9,0.9,1, 1)	(0.9,0.9,1, 1)	(0.7,0.8,0.8,0.9)
K5	(0.4,0.5,0.5,0.6)	(0.1,0.2,0.2,0.3)	(0.1,0.2,0.2,0.3)	(0.9,0.9,1, 1)	(0.7,0.8,0.8,0.9)
K6	(0.4,0.5,0.5,0.6)	(0.1,0.2,0.2,0.3)	(0.5,0.6,0.7,0.8)	(0.5,0.6,0.7,0.8)	(0.7,0.8,0.8,0.9)
K7	(0, 0,0.1,0.2)	(0, 0,0.1,0.2)	(0.1,0.2,0.2,0.3)	(0.9,0.9,1, 1)	(0, 0,0.1,0.2)
K8	(0.4,0.5,0.5,0.6)	(0.7,0.8,0.8,0.9)	(0.5,0.6,0.7,0.8)	(0.5,0.6,0.7,0.8)	(0, 0,0.1,0.2)
K9	(0.4,0.5,0.5,0.6)	(0, 0,0.1,0.2)	(0.4,0.5,0.5,0.6)	(0.7,0.8,0.8,0.9)	(0.4,0.5,0.5,0.6)
k10	(0.7,0.8,0.8,0.9)	(0.7,0.8,0.8,0.9)	(0.7,0.8,0.8,0.9)	(0.9,0.9,1, 1)	(0.7,0.8,0.8,0.9)
K11	(0.7,0.8,0.8,0.9)	(0.9,0.9,1, 1)	(0.9,0.9,1, 1)	(0.9,0.9,1, 1)	(0.7,0.8,0.8,0.9)
K12	(0.1,0.2,0.2,0.3)	(0.4,0.5,0.5,0.6)	(0.5,0.6,0.7,0.8)	(0.7,0.8,0.8,0.9)	(0.4,0.5,0.5,0.6)
K13	(0.1,0.2,0.2,0.3)	(0.7,0.8,0.8,0.9)	(0.7,0.8,0.8,0.9)	(0.5,0.6,0.7,0.8)	(0.5,0.6,0.7,0.8)
K14	(0, 0,0.1,0.2)	(0, 0,0.1,0.2)	(0.7,0.8,0.8,0.9)	(0, 0,0.1,0.2)	(0.7,0.8,0.8,0.9)
K15	(0.7,0.8,0.8,0.9)	(0.2,0.3,0.4,0.5)	(0.5,0.6,0.7,0.8)	(0.7,0.8,0.8,0.9)	(0.4,0.5,0.5,0.6)
K16	(0.7,0.8,0.8,0.9)	(0.4,0.5,0.5,0.6)	(0.2,0.3,0.4,0.5)	(0.9,0.9,1, 1)	(0.7,0.8,0.8,0.9)
k17	(0.1,0.2,0.2,0.3)	(0.7,0.8,0.8,0.9)	(0.5,0.6,0.7,0.8)	(0.5,0.6,0.7,0.8)	(0.1,0.2,0.2,0.3)
k18	(0.9,0.9,1, 1)	(0.9,0.9,1, 1)	(0.9,0.9,1, 1)	(0.7,0.8,0.8,0.9)	(0.9,0.9,1, 1)
k19	(0.1,0.2,0.2,0.3)	(0.7,0.8,0.8,0.9)	(0.9,0.9,1, 1)	(0.9,0.9,1, 1)	(0.1,0.2,0.2,0.3)
k20	(0.1,0.2,0.2,0.3)	(0.4,0.5,0.5,0.6)	(0.2,0.3,0.4,0.5)	(0, 0,0.1,0.2)	(0.1,0.2,0.2,0.3)
k21	(0.9,0.9,1, 1)	(0, 0,0.1,0.2)	(0.7,0.8,0.8,0.9)	(0.5,0.6,0.7,0.8)	(0.2,0.3,0.4,0.5)
k22	(0.5,0.6,0.7,0.8)	(0, 0,0.1,0.2)	(0.9,0.9,1, 1)	(0, 0,0.1,0.2)	(0.7,0.8,0.8,0.9)
k23	(0, 0,0.1,0.2)	(0.9,0.9,1, 1)	(0.2,0.3,0.4,0.5)	(0.9,0.9,1, 1)	(0.1,0.2,0.2,0.3)

**Adım 4 ve 5:** Bulanık TOPSIS yönteminde 4.adımda hesaplanmış kriter ağırlıkları normalize edilmiş matrisle çarpılarak yeni bir matris elde edilir. Bu çalışmada 2.adımda söylediğimiz gibi ağırlıklar hesaplanmadığından bu adıma gerek kalmaksızın 5. Adıma

geçilir. Dolayısıyla Bulanık pozitif ideal çözüm  $(A^*)$  ve Bulanık negatif ideal çözüm  $(A^-)$  4.33 ve 4.34 eşitlikleri yardımıyla hesaplanır.

$$A^* = \{\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \dots, \tilde{v}_n^*\} = \{(1,1,1,1), \dots, (1,1,1,1)\}$$

$$A^- = \{\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_n^-\} = \{(0,0,0,0), \dots, (0,0,0,0)\}$$

**Adım 6:** beşinci adımda bulunan FPI ve FNI değerlerinden her bir alternatifin uzaklığı 4.35, 4.36 ve 4.38 formülleriyle hesaplanmaktadır.

Birinci alternatifin 5 kriter için hesaplamalar aşağıdaki gibidir:

$$d_{11}^* = \sqrt{\frac{1}{4}[(0.7-1)^2 + (0.8-1)^2 + (0.8-1)^2 + (0.9-1)^2]} = 0.212$$

$$d_{12}^* = \sqrt{\frac{1}{4}[(0.4-1)^2 + (0.5-1)^2 + (0.5-1)^2 + (0.6-1)^2]} = 0.505$$

$$d_{13}^* = \sqrt{\frac{1}{4}[(0.2-1)^2 + (0.3-1)^2 + (0.4-1)^2 + (0.5-1)^2]} = 0.66$$

$$d_{14}^* = \sqrt{\frac{1}{4}[(0.4-1)^2 + (0.5-1)^2 + (0.5-1)^2 + (0.6-1)^2]} = 0.505$$

$$d_{15}^* = \sqrt{\frac{1}{4}[(0.9-1)^2 + (0.9-1)^2 + (1-1)^2 + (1-1)^2]} = 0.071$$

$$d_{11}^- = \sqrt{\frac{1}{4}[(0.7-0)^2 + (0.8-0)^2 + (0.8-0)^2 + (0.9-0)^2]} = 0.803$$

$$d_{12}^- = \sqrt{\frac{1}{4}[(0.4-0)^2 + (0.5-0)^2 + (0.5-0)^2 + (0.6-0)^2]} = 0.505$$

$$d_{13}^- = \sqrt{\frac{1}{4}[(0.2-0)^2 + (0.3-0)^2 + (0.4-0)^2 + (0.5-0)^2]} = 0.367$$

$$d_{14}^- = \sqrt{\frac{1}{4}[(0.4-0)^2 + (0.5-0)^2 + (0.5-0)^2 + (0.6-0)^2]} = 0.505$$

$$d_{15}^- = \sqrt{\frac{1}{4}[(0.9-0)^2 + (0.9-0)^2 + (1-0)^2 + (1-0)^2]} = 0.951$$

ve

$$d_1^* = \sum_{j=1}^5 d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*) = 0.212 + 0.505 + 0.66 + 0.505 + 0.071 = 1.952$$

$$d_1^- = \sum_{j=1}^5 d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-) = 0.803 + 0.505 + 0.367 + 0.505 + 0.951 = 3.132$$

Diğer alternatifler için benzer hesaplamalar yapılmış ve Tablo 6.4 ve 6.5’de özetlenmiştir.

**Tablo 6. 4.** Alternatiflerin FPIS Değerlerinden Uzaklıkları

	Uzman 1	Uzman 2	Uzman 3	Uzman 4	Uzman 5	$d^*$
$d(A_1, A^*)$	0.212	0.505	0.66	0.505	0.071	1.952
$d(A_2, A^*)$	0.505	0.212	0.367	0.367	0.212	1.664
$d(A_3, A^*)$	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.354
$d(A_4, A^*)$	0.212	0.212	0.071	0.071	0.212	0.778
$d(A_5, A^*)$	0.505	0.803	0.803	0.071	0.212	2.394
$d(A_6, A^*)$	0.505	0.803	0.367	0.367	0.212	2.255
$d(A_7, A^*)$	0.929	0.929	0.803	0.071	0.929	3.66
$d(A_8, A^*)$	0.505	0.212	0.367	0.367	0.929	2.381
$d(A_9, A^*)$	0.505	0.929	0.505	0.212	0.505	2.656
$d(A_{10}, A^*)$	0.212	0.212	0.212	0.071	0.212	0.919
$d(A_{11}, A^*)$	0.212	0.071	0.071	0.071	0.212	0.636
$d(A_{12}, A^*)$	0.803	0.505	0.367	0.212	0.505	2.393
$d(A_{13}, A^*)$	0.803	0.212	0.212	0.367	0.367	1.962
$d(A_{14}, A^*)$	0.929	0.929	0.212	0.929	0.212	3.21
$d(A_{15}, A^*)$	0.212	0.66	0.367	0.212	0.505	1.956
$d(A_{16}, A^*)$	0.212	0.505	0.66	0.071	0.212	1.659
$d(A_{17}, A^*)$	0.803	0.212	0.367	0.367	0.803	2.553
$d(A_{18}, A^*)$	0.071	0.071	0.071	0.212	0.071	0.495
$d(A_{19}, A^*)$	0.803	0.212	0.071	0.071	0.803	1.96
$d(A_{20}, A^*)$	0.803	0.505	0.66	0.929	0.803	3.699
$d(A_{21}, A^*)$	0.071	0.929	0.212	0.367	0.66	2.239
$d(A_{22}, A^*)$	0.367	0.929	0.071	0.929	0.212	2.508
$d(A_{23}, A^*)$	0.929	0.071	0.66	0.071	0.803	2.533



**Tablo 6. 5.** Alternatiflerin FNIS Değerlerinden Uzaklıkları

	Uzman 1	Uzman 2	Uzman 3	Uzman 4	Uzman 5	$d^-$
$d(A_1, A^*)$	0.803	0.505	0.367	0.505	0.951	3.132
$d(A_2, A^*)$	0.505	0.803	0.66	0.66	0.803	3.43
$d(A_3, A^*)$	0.951	0.951	0.951	0.951	0.951	4.757
$d(A_4, A^*)$	0.803	0.803	0.951	0.951	0.803	4.312
$d(A_5, A^*)$	0.505	0.212	0.212	0.951	0.803	2.684
$d(A_6, A^*)$	0.505	0.212	0.66	0.66	0.803	2.839
$d(A_7, A^*)$	0.112	0.112	0.212	0.951	0.112	1.499
$d(A_8, A^*)$	0.505	0.803	0.66	0.66	0.112	2.739
$d(A_9, A^*)$	0.505	0.112	0.505	0.803	0.505	2.43
$d(A_{10}, A^*)$	0.803	0.803	0.803	0.951	0.803	4.164
$d(A_{11}, A^*)$	0.803	0.951	0.951	0.951	0.803	4.46
$d(A_{12}, A^*)$	0.212	0.505	0.66	0.803	0.505	2.685
$d(A_{13}, A^*)$	0.212	0.803	0.803	0.66	0.66	3.137
$d(A_{14}, A^*)$	0.112	0.112	0.803	0.112	0.803	1.942
$d(A_{15}, A^*)$	0.803	0.367	0.66	0.803	0.505	3.138
$d(A_{16}, A^*)$	0.803	0.505	0.367	0.951	0.803	3.43
$d(A_{17}, A^*)$	0.212	0.803	0.66	0.66	0.212	2.546
$d(A_{18}, A^*)$	0.951	0.951	0.951	0.803	0.951	4.608
$d(A_{19}, A^*)$	0.212	0.803	0.951	0.951	0.212	3.13
$d(A_{20}, A^*)$	0.212	0.505	0.367	0.112	0.212	1.408
$d(A_{21}, A^*)$	0.951	0.112	0.803	0.66	0.367	2.893
$d(A_{22}, A^*)$	0.66	0.112	0.951	0.112	0.803	2.638
$d(A_{23}, A^*)$	0.112	0.951	0.367	0.951	0.212	2.594

**Adım 7:** Tedarikçi seçimi kriter (alternatifler) skorları anlamına da gelen, yakınlık katsayıları (4.39) numaralı formül kullanılarak hesaplanır. Örneğin birinci ve ikinci alternatifin yakınlık katsayıları sırasıyla;

$$CC_1 = \frac{3.13}{1.952+3.13} = 0.616$$

$$CC_2 = \frac{3.43}{1.664+3.43} = 0.673$$

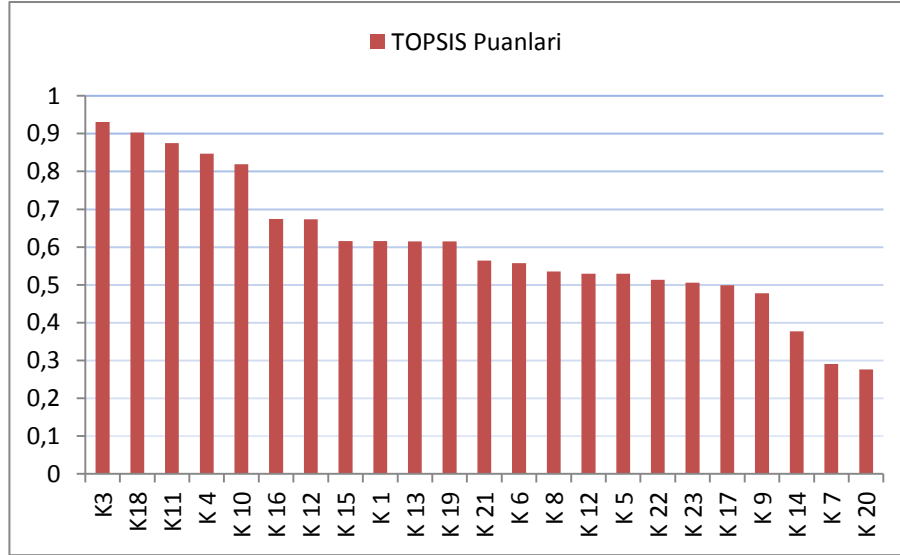
olarak bulunur. Diğer alternatifler için de aynı şekilde hesaplamalar yapılır.  $CC_i$  değerleri Tablo 6.6'nın 2. sütununda verilmiştir. Ayrıca tedarikçi seçimi kriterlerinin belirlenmesi için Chen vd. kabul edilebilirlik durumu da Tablo 6.6'nın 3. sütununda verilmiştir.

**Tablo 6. 6.** Bulanık TOPSIS Puanları ve Kabul Edilebilirlik Durumları

Kriterler	$CC_i$	Kabul edilebilirlik Durumu
<b>K3</b>	<b>0.931</b>	Kesinlikle kabul edilir
<b>K18</b>	<b>0.903</b>	
<b>K11</b>	<b>0.875</b>	
<b>K 4</b>	<b>0.847</b>	
<b>K 10</b>	<b>0.819</b>	
<b>K 16</b>	<b>0.674</b>	Kabul edilebilir
<b>K 12</b>	<b>0.673</b>	
<b>K 15</b>	<b>0.616</b>	
<b>K 1</b>	<b>0.616</b>	
<b>K 13</b>	<b>0.615</b>	
<b>K 19</b>	<b>0.615</b>	Düşük riskle önerilir
K 21	0.564	
K 6	0.557	
K 8	0.535	
K 12	0.529	
K 5	0.529	
K 22	0.513	
K 23	0.506	
K 17	0.499	
K 9	0.478	
K 14	0.377	Yüksek riskle önerilir
K 7	0.291	
K 20	0.276	

### 6.3.1. Bulanık TOPSIS Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Uygulama, beş uzmanla farklı mülakat yapılarak gerçekleştirilmiştir. Karar vericiler öncelikle Ek.1'deki tedarikçi seçim kriterlerinin önem düzeyi belirleme formunu kullanarak her bir karar kriterinin önemine ilişkin kendi düşüncelerini belirtmişlerdir. Tedarikçi seçim kriterlerinin önem düzeylerinin Tablo 6.1 yardımıyla yamuk Bulanık sayılara dönüştürülmesinin ardından karar matrisi normalize edilmiştir. Daha sonra FPI ve FNI'dan olan uzaklıklar belirlenmiş, tedarikçi seçim kriterinin yakınlık katsayıları hesaplanmış ve kriterler yakınlık katsayılarına göre sıralanmışlardır. Buna göre sıralama en yüksek puana sahip kriterden en düşük puana sahip olan kriter doğru K3, K18, K11, K4, K10, K16, K12, K15, K1, K13, K19, K21, K6, K8, K12, K5, K22, K23, K17, K9, K14, K7, K20 şeklindedir.



**Şekil 6. 3.** Tedarikçi Seçim Kriterleri Bulanık TOPSIS Puanları

Chen vd. kabul edilebilirlik durumuna göre alternatifleri (burada kriterler) 5 grupta değerlendirilmeye almışlardır. “Kesinlikle kabul edilir ve Kabul edilebilir” grubunda yer alan kriterler sırasıyla Dağıtım, Tedarikçinin ürünle ilgili tecrübesi, İki taraflı anlaşmalar, Ürün garanti süresi, Tedarikçi lokasyonu, Ürün ambalajlama kalitesi, Yönetim ve organizasyonu, Üretim yetenekleri ve kapasiteleri, Fiyat, Tedarikçi iletişimi ve Ünü ve pozisyonu olarak sıralandırılmıştır. Çalışmada bu kriterler Bulanık VZA uygulaması kısmında girdi ve çıktı değişkenleri olarak ele alınmıştır.

İki son grupta yer alan kriterler riskli kriter olarak bilinmektedirler. Bu bağlamda K 21, K 6, K 8, K 12, K 5, K 22, K 23, K 17, K 9, K14, K7, K20 tedarikçi seçimi için

kriter olarak dikkate alınmamıştır. Dikkate alınmayan bu kriterler sırasıyla; Tedarikçi firmanın izlenimi, Tedarikçinin davranışı, Tedarikçinin performansı, Yönetim ve organizasyonu, Tedarikçinin bakım desteği, Tedarikçinin istekliliği, Tedarikçinin iş süreçleri kayıtları, Operasyonel kontroller, Finansal durum, Teknik kapasite, Eğitim destekleri ve prosedürlere uyma kriterleridir.

#### **6.4. BULANIK VZA UYGULAMASI**

Çalışmanın ikinci aşamasında tedarikçi seçimi problemine çözüm bulmak amacıyla tedarikçilerin performansı Bulanık VZA kullanarak değerlendirilmiştir. Bu bağlamda Bulanık TOPSIS yönteminin sonucundan elde edilen kriterler belirlenmiş ve tedarikçi seçimi için girdi ve çıktı değişkenleri olarak ele alınmıştır. Verilerin bir kısmı Sözel ve nitel olduğundan kullanılan VZA modeli Bulanık bir model olarak belirlenmiştir. Beşinci bölümde anlatılan Wang-Chin'nin Bulanık VZA modeli uygun görülmüş ve kullanılmıştır. Model LP şeklinde yazılmış ve Excel Solver programını kullanarak Makro geliştirilmiş ve model çözülmüştür.

Çalışmada otomobil firmasının 17 tedarikçisi karar verme birimi (DMU) olarak belirlenmiştir. Tedarikçilerin isimlerini firma politikası gereği gizli olması amacıyla T1, T2, ...,T17 şeklinde ifade edilmiştir.

İlgili firmada tedarikçilerin Fiyat, Ürünün garanti süresi ve Dağıtım süresiyle ilgili gerçek veriler elde edilmiştir. Ancak tedarikçilere ait verilerin büyük bir kısmı farklı nedenlerden dolayı elde edilememiştir. Bu yüzden diğer değişkenlerin verileri 10 uzmanının görüşüne başvurularak elde edilmiştir. Uzman görüşleri sözel ifade olarak alınmıştır. Tedarikçilerin verileri Ek.2'deki anket yardımıyla toplanmıştır. Tüm değişkenlerin verileri Ek.3'te verilmiştir.

##### **6.4.1. Bulanık VZA Modelinin Kurulması**

VZA'nın önemli aşamalarından olan girdi ve çıktı değişkenlerinin belirlenmesinde daha önce anlatıldığı gibi, Bulanık TOPSIS sonuçlarından yararlanılmıştır. İlk aşamada Bulanık TOPSIS sonuçlarından yola çıkılarak iki kabul edilebilirlik kategorisi (Kesinlikle kabul edilir<sup>1</sup> ve Kabul edilebilir<sup>2</sup>)'ne göre 11 tane öne

---

<sup>1</sup> Approved and preferred

<sup>2</sup> Approved

çıkan kriter, girdi ve çıktı değişkenleri olarak belirlenmiştir. Burada girdi değişkenleri; Tedarikçinin ürünle ilgili tecrübesi, İki taraflı anlaşmalar, Tedarikçi lokasyonu, Üretim yetenekleri ve kapasiteleri, Tedarikçi iletişimi, Ünü ve pozisyonu olarak ele alınmış diğer yandan; Ürünün garanti süresi, Dağıtım (teslimat), Kalite, Ürün ambalajlama kalitesi ve Fiyat kriteri de çıktı değişkenleri olarak belirlenmiştir. Böylece;

Girdiler:

$x_1$  = Tedarikçinin ürünle ilgili tecrübesi

$x_2$  = İki taraflı anlaşmalar

$x_3$  = Tedarikçi lokasyonu

$x_4$  = Üretim yetenekleri ve kapasiteleri

$x_5$  = Tedarikçi iletişimi

$x_6$  = Ünü ve pozisyonu

ve Çıktılar:

$y_1$  = Ürünün garanti süresi (ay)

$y_2$  = Dağıtım süresi (gün)

$y_3$  = Kalite

$y_4$  = Ürün ambalajlama kalitesi

$y_5$  = Fiyat (para birim)

Olarak belirlenmiştir.

Değişkenleri belirledikten sonra 5.18 ve 5.19 modelleri kullanılarak Bulanık VZA modeli kurulmuştur.

Birinci karar verme birimi (DMU1=T1) için ilgili model şu şekilde ifade edilir.

Model 1-1:

$$\text{Maximize } \theta_1^{best} = 24u_1 + 0.5u_2 + 2u_3^L + 4.9u_3^M + 5.4u_3^N + 9u_3^U$$

$$+ 4u_4^L + 6.5u_4^M + 6.8u_4^N + 9u_4^U + 150000u_5$$

st :

$$5v_1^L + 7.6v_1^M + 8.1v_1^N + 10v_1^U + 4v_2^L + 6.4v_2^M + 6.9v_2^N + 9v_2^U +$$

$$2v_3^L + 5.2v_3^M + 5.7v_3^N + 8v_3^U + 2v_4^L + 5.2v_4^M + 5.7v_4^N + 8v_4^U + 2v_5^L +$$

$$2v_5^L + 5.9v_5^M + 6v_5^N + 9v_5^U + 1v_4^L + 4.5v_4^M + 4.9v_4^N + 8v_4^U = 1$$

$$24u_1 + 0.5u_2 + 2u_3^L + 4.9u_3^M + 5.4u_3^N + 9u_3^U + 4u_4^L + 6.5u_4^M + 6.8u_4^N + 9u_4^U + 150000u_5$$

$$- (5v_1^L + 7.6v_1^M + 8.1v_1^N + 10v_1^U + 4v_2^L + 6.4v_2^M + 6.9v_2^N + 9v_2^U +$$

$$2v_3^L + 5.2v_3^M + 5.7v_3^N + 8v_3^U + 2v_4^L + 5.2v_4^M + 5.7v_4^N + 8v_4^U +$$

$$2v_5^L + 5.9v_5^M + 6v_5^N + 9v_5^U + 1v_6^L + 4.5v_6^M + 4.9v_6^N + 8v_6^U) \leq 0$$

⋮

⋮

$$24u_1 + 0.1u_2 + 2u_3^L + 6.7u_3^M + 7.5u_3^N + 10u_3^U + 1u_4^L + 5u_4^M + 5.9u_4^N + 8u_4^U + 150000u_5$$

$$- (0v_1^L + 1.6v_1^M + 2.4v_1^N + 5v_1^U + 1v_2^L + 4.5v_2^M + 5.2v_2^N + 8v_2^U +$$

$$5v_3^L + 7.9v_3^M + 8.7v_3^N + 10v_3^U + 2v_4^L + 6.7v_4^M + 7.5v_4^N + 10v_4^U +$$

$$1v_5^L + 5.2v_5^M + 5.7v_5^N + 9v_5^U + 1v_6^L + 4.2v_6^M + 4.9v_6^N + 8v_6^U) \leq 0$$

$$u_r^U \geq u_r^N \geq u_r^M \geq u_r^L \geq 0, \quad r = 1, \dots, 5$$

$$v_i^U \geq v_i^N \geq v_i^M \geq v_i^L \geq 0, \quad i = 1, \dots, 6$$

ve Model 1-2:

$$\text{Minimize } \theta_1^{worst} = 24u_1 + 0.5u_2 + 2u_3^L + 4.9u_3^M + 5.4u_3^N + 9u_3^U$$

$$+ 4u_4^L + 6.5u_4^M + 6.8u_4^N + 9u_4^U + 150000u_5$$

*s.t.* :

$$5v_1^L + 7.6v_1^M + 8.1v_1^N + 10v_1^U + 4v_2^L + 6.4v_2^M + 6.9v_2^N + 9v_2^U +$$

$$2v_3^L + 5.2v_3^M + 5.7v_3^N + 8v_3^U + 2v_4^L + 5.2v_4^M + 5.7v_4^N + 8v_4^U + 2v_5^L +$$

$$2v_5^L + 5.9v_5^M + 6v_5^N + 9v_5^U + 1v_4^L + 4.5v_4^M + 4.9v_4^N + 8v_4^U = 1$$

$$24u_1 + 0.5u_2 + 2u_3^L + 4.9u_3^M + 5.4u_3^N + 9u_3^U + 4u_4^L + 6.5u_4^M + 6.8u_4^N + 9u_4^U + 150000u_5$$

$$- (5v_1^L + 7.6v_1^M + 8.1v_1^N + 10v_1^U + 4v_2^L + 6.4v_2^M + 6.9v_2^N + 9v_2^U +$$

$$2v_3^L + 5.2v_3^M + 5.7v_3^N + 8v_3^U + 2v_4^L + 5.2v_4^M + 5.7v_4^N + 8v_4^U +$$

$$2v_5^L + 5.9v_5^M + 6v_5^N + 9v_5^U + 1v_6^L + 4.5v_6^M + 4.9v_6^N + 8v_6^U) \leq 0$$

$$\vdots \quad \quad \quad \vdots$$

$$24u_1 + 0.1u_2 + 2u_3^L + 6.7u_3^M + 7.5u_3^N + 10u_3^U + 1u_4^L + 5u_4^M + 5.9u_4^N + 8u_4^U + 150000u_5$$

$$- (0v_1^L + 1.6v_1^M + 2.4v_1^N + 5v_1^U + 1v_2^L + 4.5v_2^M + 5.2v_2^N + 8v_2^U +$$

$$5v_3^L + 7.9v_3^M + 8.7v_3^N + 10v_3^U + 2v_4^L + 6.7v_4^M + 7.5v_4^N + 10v_4^U +$$

$$1v_5^L + 5.2v_5^M + 5.7v_5^N + 9v_5^U + 1v_6^L + 4.2v_6^M + 4.9v_6^N + 8v_6^U) \geq 0$$

$$u_r^U \geq u_r^N \geq u_r^M \geq u_r^L \geq 0, \quad r = 1, \dots, 5$$

$$v_i^U \geq v_i^N \geq v_i^M \geq v_i^L \geq 0, \quad i = 1, \dots, 6$$

Yukarıdaki model 1-1’de eğer iyimser etkinlik değeri ( $\theta^{best}$ ) 1’e eşitse DMU’nun etkin olduğunu gösterir ve model 1-2’de kötümser etkinlik ( $\theta^{worst}$ ) değerinin 1’e eşit olması DMU’nun etkin olmadığını gösterir. Burada DMU’nun etkinlik değerini belirlemek için iyimser ve kötümser etkinliğin geometrik ortalaması alınarak DMU’nun etkinlik değeri belirlenir. Diğer 16 DMU için de aynı modeller yazılır, dolayısıyla 17 maksimize ve 17 minimize LP modeli kurularak çözülür. Ayrıca her iki model, hem kesin ağırlıklı<sup>1</sup> hem de Bulanık ağırlıklarla çözülerek bir duyarlılık analizi de elde edilebilir.

(1-1) ve (1-2) modellerinde tüm girdilerin verileri Bulanıkken çıktılar kısmında kalite ve ürünün ambalajlama kalitesi Bulanık değerli, diğer 3 değişken kesin değerlidir. Bulanık ağırlıklı modeller kurulurken Bulanık veriye sahip değişkenlerin ağırlıkları da

---

<sup>1</sup> Crisp Weights

Bulanık değerli olur. Ayrıca Bulanık ağırlıklı modeller kurulurken kesin veriye sahip değişkenlerin ağırlıkları kesin ağırlıklı olarak hesaplanmaktadır.

Kesin ağırlıklı modelde tüm değişkenler için kesin ağırlık verilerek model kurulur. Bu durumda  $u_r^L = u_r^M = u_r^N = u_r^U$  ve  $v_i^L = v_i^M = v_i^N = v_i^U$  olarak düşünülmektedir.

Yukarıdaki şartlarda kurulan ve çözülen modeller, tahmin ettiğimiz gibi değişkenlerin sayısı fazla olduğundan tüm DMU'lar için  $\theta^{best}=1$  ve  $\theta^{worst}=1$ 'dir. Bu iki etkinlik değerinin geometrik ortalaması (5. 20) denklem doğrultusunda tedarikçilerin beklenen etkinlik değeri;

$$\theta_0^{Geometric} = \sqrt{\theta^{best} \times \theta^{worst}} = \sqrt{1 \times 1} = 1$$

olur. Bu durumda tüm tedarikçiler etkin olduğundan yorum yapılamamaktadır. Bu sorunu gidermek için Bulanık TOPSIS sonuçlarının birinci kısmında kabul edilebilirlik kategorisinde (Kesinlikle kabul edilir) yer alan değişkenlerden yeni girdi ve çıktı değişkenler kümesi oluşturulup, VZA modeli tekrar kurulmuştur. Bu kategoride 5 değişken(Tedarikçinin ürünle ilgili tecrübesi, İki taraflı anlaşmalar, Tedarikçi lokasyonu, Ürünün garanti süresi, Dağıtım) bulunmaktadır. Burada;

Girdiler:

$x_1$  = Tedarikçinin ürünle ilgili tecrübesi

$x_2$  = İki taraflı anlaşmalar

$x_3$  = Tedarikçi lokasyonu

ve Çıktılar:

$y_1$  = Ürünün garanti süresi (ay)

$y_2$  = Dağıtım süresi (gün)

olarak alınmıştır. Değişkenlere ait veriler Ek.3'te verilmiş ve Tablo (6.7)'de 10 uzmanın görüşlerinden elde edilen verilerin ortalaması Bulanık sayı olarak, iki değişkenin kesin verileriyle birlikte verilmiştir. Dağıtım değişkeni maliyet değişken olduğundan tersi alınarak analize dahil edilmiştir.



**Tablo 6. 7.** Girdi ve Çıktı Değişkenlerine Ait Model 2 İçin Veriler

Tedarikçiler	Girdiler			Çıktılar	
	Tedarikçinin ürünle ilgili tecrübesi	İki taraflı anlaşmalar	Tedarikçi lokasyonu	Ürün garanti süresi	Dağıtım (teslimat)
<b>T1</b>	(5, 7.6, 8.1, 10)	(4, 6.4, 6.9, 9)	(2, 5.2, 5.7, 8)	24	0.5
<b>T2</b>	(7, 8.6, 9.2, 10)	(4, 7.5, 7.9, 10)	(0, 2.3, 2.9, 6)	36	0.020408163
<b>T3</b>	(4, 6.6, 7, 10)	(4, 6.3, 6.7, 10)	(7, 8.6, 9.2, 10)	36	0.5
<b>T4</b>	(7, 8.7, 9.4, 10)	(5, 8.1, 8.8, 10)	(5, 8.1, 8.8, 10)	48	0.016666667
<b>T5</b>	(4, 6.2, 6.8, 9)	(4, 6.5, 6.8, 9)	(5, 8.1, 8.8, 10)	24	0.5
<b>T6</b>	(4, 6.6, 7, 9)	(2, 5.5, 6, 9)	(5, 7.8, 8.2, 10)	24	1
<b>T7</b>	(4, 6.5, 7.1, 9)	(1, 4.7, 5, 9)	(5, 8, 8.6, 10)	36	0.2
<b>T8</b>	(4, 6.1, 6.6, 9)	(1, 4.9, 5.4, 8)	(0, 3.1, 3.6, 8)	18	0.333333333
<b>T9</b>	(4, 6.3, 6.7, 9)	(1, 5.4, 5.8, 9)	(5, 8.3, 8.9, 10)	48	0.1
<b>T10</b>	(4, 6.4, 6.9, 9)	(1, 4.3, 4.8, 8)	(5, 8.1, 8.8, 10)	48	0.333333333
<b>T11</b>	(4, 6.1, 6.6, 9)	(1, 5.4, 6.1, 10)	(4, 8.2, 8.7, 10)	24	0.142857143
<b>T12</b>	(4, 6.3, 6.7, 9)	(1, 3.9, 4.3, 8)	(0, 2.8, 3.3, 6)	18	0.1
<b>T13</b>	(4, 6.1, 6.6, 9)	(1, 4.1, 4.7, 8)	(4, 8.2, 8.7, 10)	24	0.5
<b>T14</b>	(4, 6.4, 6.9, 9)	(1, 4, 4.5, 8)	(7, 8.6, 9.2, 10)	36	1
<b>T15</b>	(0, 2, 2.6, 6)	(1, 3.4, 3.9, 8)	(7, 8.7, 9.4, 10)	18	0.071428571
<b>T16</b>	(4, 6.2, 6.8, 9)	(1, 4.1, 4.7, 8)	(0, 1.8, 2.2, 6)	48	0.142857143
<b>T17</b>	(0, 1.6, 2.4, 5)	(1, 4.5, 5.2, 8)	(5, 7.9, 8.7, 10)	24	0.1

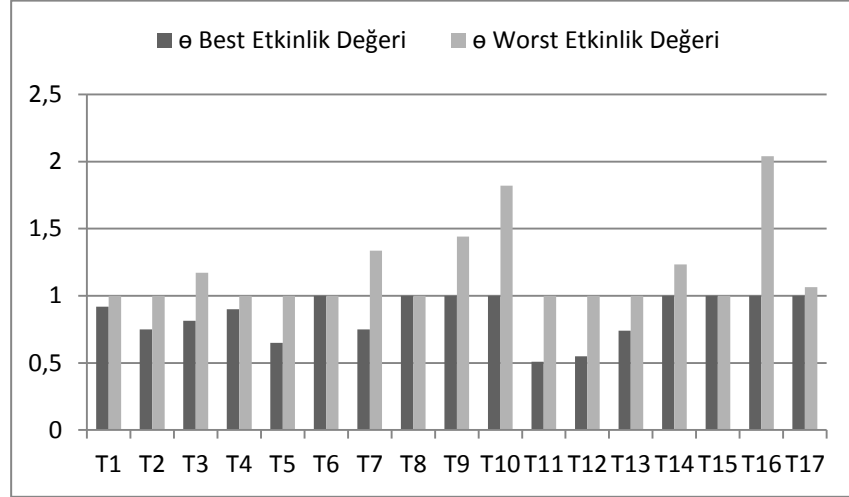
Bu değişkenler doğrultusunda (5.18) ve 5.19 modelleri yeniden kurulup yorumlanmaktadır. Birinci karar verme birimi için model 2-1 ve model 2-2 aşağıdaki şekilde kurulmaktadır.



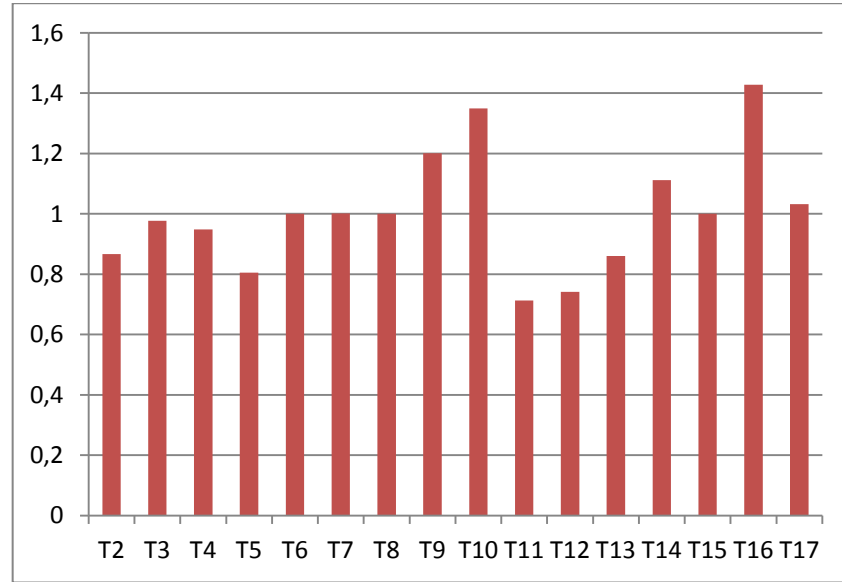
**Tablo 6. 8.** Tedarikçilerin Bulanık Ağırlıklı Etkinlik Değerleri

DMU Adı	$\theta^{best}$ Etkinlik Değeri	$\theta^{wors.}$ Etkinlik Değeri	$\theta^{best}$ ve $\theta^{wors.}$ Ortalama Etkinlik Değeri	Sıra
T1	0.920	1	0.959	11
T2	0.75	1	0.866	13
T3	0.815	1.171	0.977	10
T4	0.9	1	0.948	12
T5	0.649	1	0.805	15
T6	1	1	1	7
T7	0.75	1.337	1.001	6
T8	1	1	1	7
T9	1	1.442	1.201	3
T10	1	1.821	1.349	2
T11	0.509	1	0.713	17
T12	0.55	1	0.741	16
T13	0.74	1	0.860	14
T14	1	1.235	1.111	4
T15	1	1	1	7
T16	1	2.039	1.428	1
T17	1	1.065	1.032	5

Bulanık ağırlıklar kullanılırken değişkenlerimizde yamuk Bulanık sayısı olarak ele alınmıştır. Tablo 6.8'de görüldüğü gibi her bir tedarikçi için Bulanık ağırlıklar kullanılarak iki  $\theta^{best}$  ve  $\theta^{wors.}$  etkinlik değeri elde edilmiştir (2 ve 3 sütunları ve Şekil 6.4). Daha sonra 5. 20 denklem kullanarak iki etkinlik değerinin ortalaması alınmış ve her bir tedarikçinin beklenen etkinlik değeri elde edilmiştir.



Şekil 6. 4. Tedarikçilerin Bulanık Ağırlıklı  $\theta^{best}$  ve  $\theta^{woest}$  Etkinlik Değerleri



Şekil 6. 5. Tedarikçilerin Bulanık Ağırlıklı Etkinlik Değerleri

Sonuçlara bakıldığında iyimser ve kötümser etkinliğin beraber ortaya koyduğu değerler yeni bakış açısını göstermektedir. Modellerde iyimser etkinlik skorlarına bakıldığında, etkin bulunan karar verme birimlerinin hepsinin değeri 1'e eşit olduğu görünür. Ama kötümser etkinlikleri hesaba katıldığında, etkin çıkan firmaların arasında da bir sıralama oluşmaktadır. Öğreneğin T15 ve T16 tedarikçilerin her ikisi de iyimser etkinlik skorları 1 olmasına rağmen, tedarikçilerin kötümser etkinlik değerlerini hesaba kattıktan sonra T16 tedarikçisi birinci sıraya çıkmışken T15 tedarikçisi 7.sırada yer almıştır.

Model 3-1 ve 3-2' de ise kesin ağırlıklarla kurulmuş ve Bulanık ağırlıklarla karşılaştırmak amacıyla modeller tekrar çözülmüştür. Kesin ağırlıklı modellerin kurulması için 5.22 ve 5.23 modelleri kullanılabilir, fakat daha iyi anlaşılması açısından 5.18 ve 5.19 modellerinde  $u_r^L = u_r^M = u_r^N = u_r^U = u_r$  ve  $v_i^L = v_i^M = v_i^N = v_i^U = v_i$  şeklinde düşünülürse  $u_r$  ve  $v_i$  kesin ağırlıklı değerleriyle kurulabilmektedir. Birinci tedarikçi için kurulan model aşağıdaki gibidir:

Model 3-1:

$$\text{Maximiz} \theta_1^{best} = 24u_1 + 0.5u_2$$

*s.t* :

$$\begin{aligned} & 5v_1 + 7.6v_1 + 8.1v_1 + 10v_1 + 4v_2 + 6.4v_2 + 6.9v_2 + 9v_2 + \\ & 2v_3 + 5.2v_3 + 5.7v_3 + 8v_3 + 2v_4 + 5.2v_4 + 5.7v_4 + 8v_4 = 1 \\ & 24u_1 + 0.5u_2 - (5v_1 + 7.6v_1 + 8.1v_1 + 10v_1 + \\ & 4v_2 + 6.4v_2 + 6.9v_2 + 9v_2 + 2v_3 + 5.2v_3 + 5.7v_3 + 8v_3) \leq 0 \\ & \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \\ & 24u_1 + 0.1u_2 - (0v_1 + 1.6v_1 + 2.4v_1 + 5v_1 + \\ & 1v_2 + 4.5v_2 + 5.2v_2 + 8v_2 + 5v_3 + 7.9v_3 + 8.7v_3 + 10v_3) \leq 0 \\ & u_r \geq 0, \quad r = 1, \dots, 5 \\ & v_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, 6 \end{aligned}$$

Model 3-2:

$$\text{Minimiz} \theta_1^{worst} = 24u_1 + 0.5u_2$$

*s.t* :

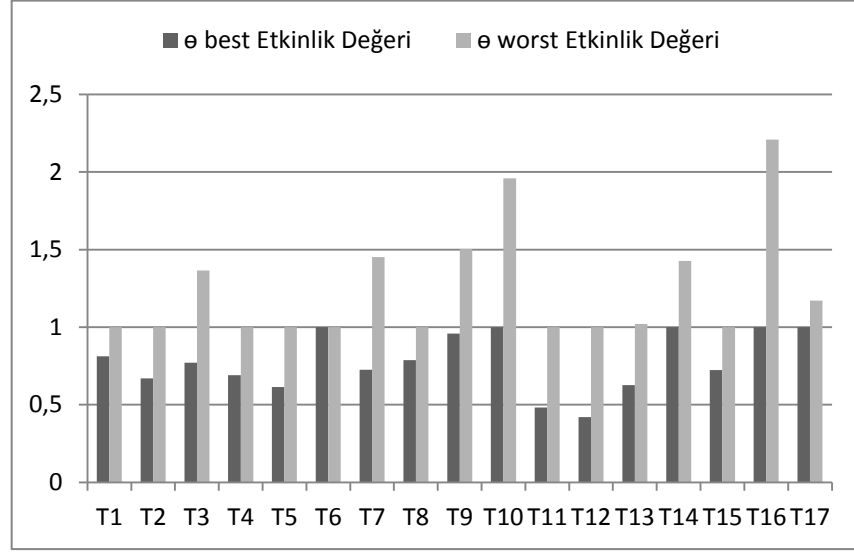
$$\begin{aligned} & 5v_1 + 7.6v_1 + 8.1v_1 + 10v_1 + 4v_2 + 6.4v_2 + 6.9v_2 + 9v_2 + \\ & 2v_3 + 5.2v_3 + 5.7v_3 + 8v_3 + 2v_4 + 5.2v_4 + 5.7v_4 + 8v_4 = 1 \\ & 24u_1 + 0.5u_2 - (5v_1 + 7.6v_1 + 8.1v_1 + 10v_1 + \\ & 4v_2 + 6.4v_2 + 6.9v_2 + 9v_2 + 2v_3 + 5.2v_3 + 5.7v_3 + 8v_3) \geq 0 \\ & \quad \quad \quad \vdots \quad \quad \quad \vdots \\ & 24u_1 + 0.1u_2 - (0v_1 + 1.6v_1 + 2.4v_1 + 5v_1 + \\ & 1v_2 + 4.5v_2 + 5.2v_2 + 8v_2 + 5v_3 + 7.9v_3 + 8.7v_3 + 10v_3) \geq 0 \\ & u_r \geq 0, \quad r = 1, \dots, 5 \\ & v_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, 6 \end{aligned}$$

Her tedarikçi için iki  $\theta^{best}$  ve  $\theta^{wors}$  etkinlik değeri hesaplanmış ve bu iki değerin geometrik ortalaması alınarak, tedarikçilerin beklenen etkinlik değerleri hesaplanmıştır. Hesaplamalar Tablo 6.9'da verilmiş ve Şekil (6.6) ve (6.7)'de gösterilmiştir.

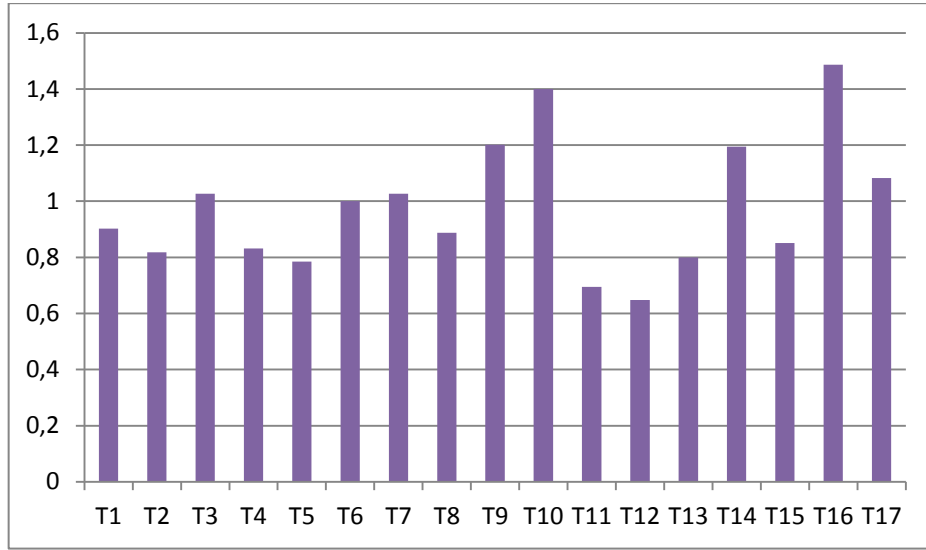
**Tablo 6. 9.** Tedarikçilerin Kesin Ağırlıklı Etkinlik Değerleri

DMU Adı	$\theta^{best}$ Etkinlik Değeri	$\theta^{woert}$ Etkinlik Değeri	$\theta^{best}$ ve $\theta^{woert}$ Ortalama Etkinlik Değeri	Sıra
T1	0.813	1	0.901	9
T2	0.669	1	0.818	13
T3	0.771	1.365	1.026	7
T4	0.691	1	0.8314	12
T5	0.615	1	0.784	15
T6	1	1.0001	1.000051	8
T7	0.726	1.452	1.027	6
T8	0.787	1	0.887	10
T9	0.959	1.504	1.201	3
T10	1	1.960	1.400	2
T11	0.483	1	0.695	16
T12	0.420	1	0.648	17
T13	0.626	1.020	0.799	14
T14	1	1.427	1.194	4
T15	0.723	1	0.850	11
T16	1	2.210	1.486	1
T17	1	1.171	1.082	5

Kesin ağırlıklar kullanılırken değişkenler yamuk Bulanık sayısı olarak ele alınmıştır. Her bir tedarikçi için kesin ağırlıklar kullanılarak iki  $\theta^{best}$  ve  $\theta^{wors}$  etkinlik değeri elde edilmiştir (Tablo (6.9)'un 2 ve 3 sütunları ve şekil (6.6)). Daha sonra denklem (5.19) kullanılarak iki etkinlik değerinin ortalaması alınarak her bir tedarikçinin beklenen etkinlik değeri elde edilmiştir. Tedarikçilerin etkinlik skorları Şekil 6.7'de verilmiştir.



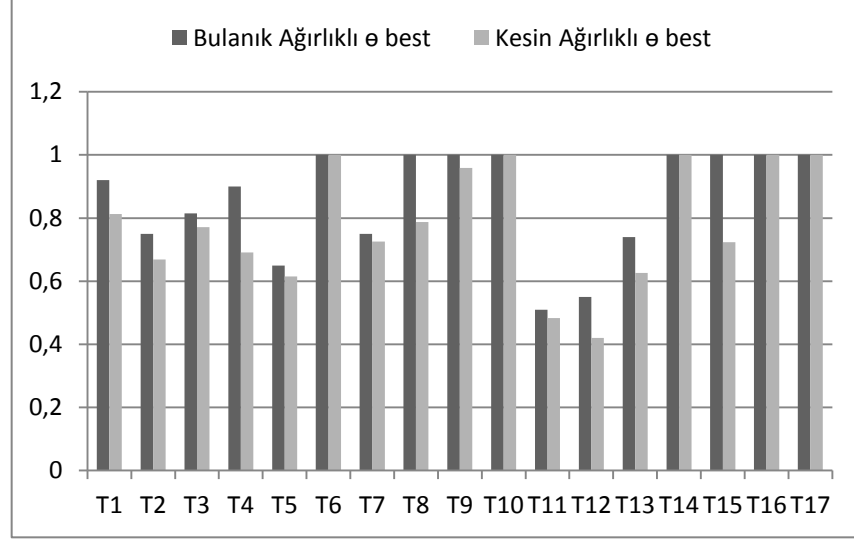
Şekil 6. 6. Tedarikçilerin Kesin Ağırlıklı  $\theta^{best}$  ve  $\theta^{worst}$  Etkinlik Değerleri



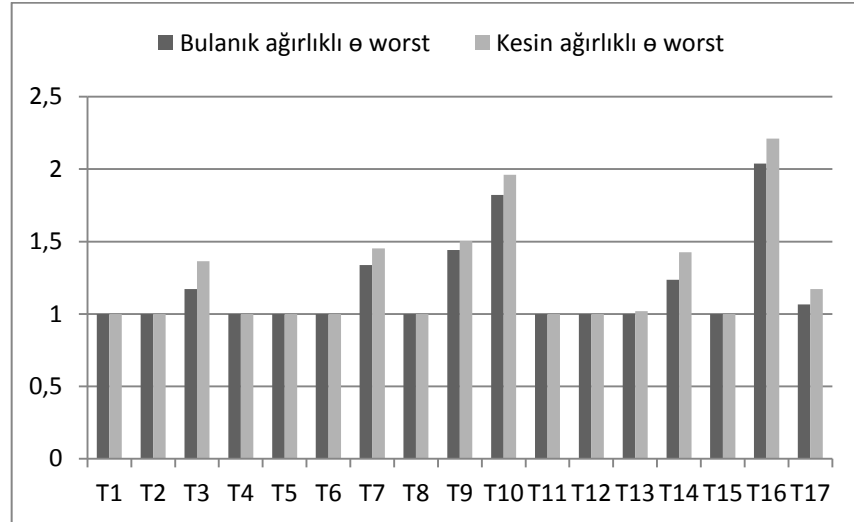
Şekil 6. 7. Tedarikçilerin Kesin Ağırlıklı Etkinlik Değerleri

Tablo 6.8 ve 6.9'un birinci sütunları iyimser  $\theta^{best}$  etkinlik değerlerini gösterirken ikini sütun kötümser  $\theta^{worst}$  etkinlik değerlerini göstermektedir. İki tablo karşılaştırıldığında kesin etkinlik değerleri tablosunda  $\theta^{best}$  değerleri, Bulanık etkinlik değerleri tablosundaki değerlerin aynısı ya da daha düşük değere sahip oldukları görülmektedir. Başka bir deyişle Tablo 6.9'daki  $\theta^{best}$  değerlerinin hiç biri Tablo 6.8'deki  $\theta^{best}$  değerlerinden yüksek miktarda değildir (Şekil 6.8). Bunun tersine  $\theta^{woert}$

etkinlik değerlerine bakıldığında Bulanık ağırlıklı  $\theta^{wors}$  değerleri (Tablo 6.8), kesin etkinlik  $\theta^{woert}$  değerleriyle eşit yada az miktara sahiptirler (Şekil 6.9). Bunun nedeni ağırlık belirlemede, kesin ağırlıkların Bulanık ağırlıklardan daha az serbestlik ve esnekliğe sahip olmasıdır.



Şekil 6. 8. Bulanık ve Kesin Ağırlıklı  $\theta^{best}$  Değerleri



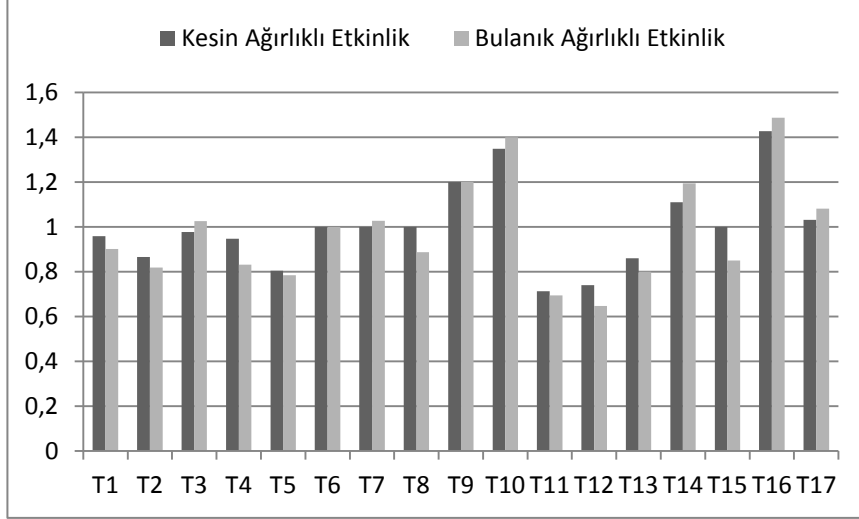
Şekil 6. 9. Bulanık ve Kesin Ağırlıklı  $\theta^{woest}$  Değerleri



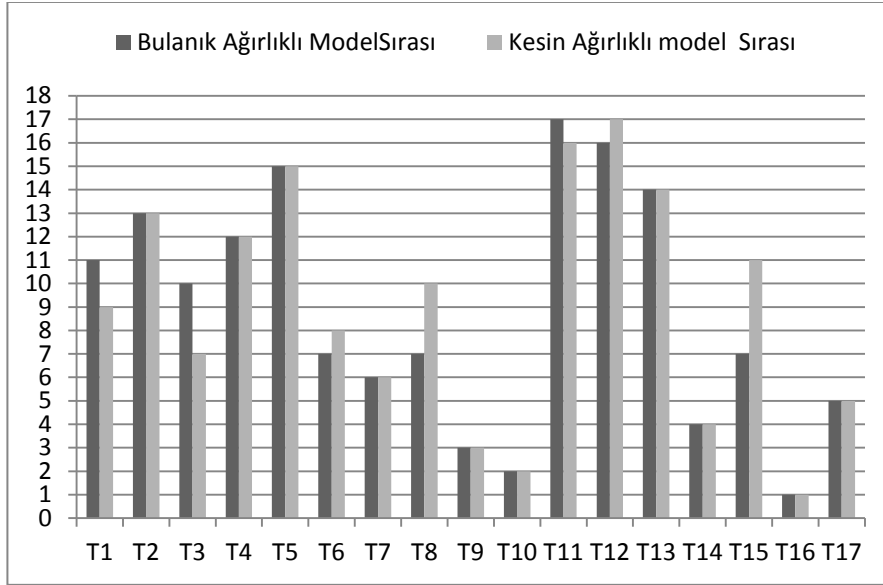
Toplam etkinlik değerlerinde ise her iki tabloda farklı değerler yer almaktadır. Bunun nedeni de  $\theta^{best}$  ve  $\theta^{woert}$  değerlerinin kesin ve Bulanık ağırlıklarla elde ettikleri farklı değerlerden kaynaklanmaktadır. Bu farklı toplam etkinlik değerlerinden doğal olarak farklı sıralamalar elde edilmektedir. Yalnız her iki modelde de sıralamalara bakıldığında 6.sıraya kadar aynı sıraya sahip oldukları görülmektedir. Dolayısıyla her iki modele göre sırasıyla T16,T10, T9, T14, T17 ve T7 tedarikçilerinin en etkin tedarikçiler olduğu belirlenmiştir. Model 2-1 ve 2-2 Bulanık ağırlıklı ve 3-2 ve 3-3 kesin ağırlıklı modellerin sonuçları da karşılaştırılmak amacıyla Tablo 6.10 ve Şekil 6.10 ve 6.11’de verilmiştir.

**Tablo 6. 10.** Bulanık Ağırlıklı ve Kesin Ağırlıklı Etkinlik Skorları

DMU Adı	Bulanık Ağırlıklı Etkinlik Skoru	Bulanık Ağırlıklı Etkinlik Sırası	Kesin Ağırlıklı Etkinlik Skoru	Kesin Ağırlıklı Etkinlik Sırası
T1	0.959	11	0.901	9
T2	<b>0.866</b>	<b>13</b>	<b>0.818</b>	<b>13</b>
T3	0.977	10	1.026	7
T4	<b>0.948</b>	<b>12</b>	<b>0.8314</b>	<b>12</b>
T5	<b>0.805</b>	<b>15</b>	<b>0.784</b>	<b>15</b>
T6	1	7	1.000051	8
T7	<b>1.001</b>	<b>6</b>	<b>1.027</b>	<b>6</b>
T8	1	7	0.887	10
T9	<b>1.201</b>	<b>3</b>	<b>1.201</b>	<b>3</b>
T10	<b>1.349</b>	<b>2</b>	<b>1.400</b>	<b>2</b>
T11	0.713	17	0.695	16
T12	0.741	16	0.648	17
T13	0.860	14	0.799	14
T14	<b>1.111</b>	<b>4</b>	<b>1.194</b>	<b>4</b>
T15	1	7	0.850	11
T16	<b>1.428</b>	<b>1</b>	<b>1.486</b>	<b>1</b>
T17	<b>1.032</b>	<b>5</b>	<b>1.082</b>	<b>5</b>



**Şekil 6. 10.** Tedarikçilerin Kesin ve Bulanık Ağırlıklı Etkinlik Değerleri



**Şekil 6. 11.** Bulanık ve Kesin Ağırlıklı Modellere Göre Tedarikçilerin Sıralaması

Yukarıdaki analizlere göre eğer firma etkin bir tedarikçi sepetiyle çalışmak istiyorsa ilk altı sırada çıkan tedarikçilere öncelik vermelidir.

## SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Günümüzde, işletmelerin faaliyetlerini devam ettirebilmeleri için gerekli olan hammaddeleri; doğru kaynaktan, doğru zamanda ve en düşük maliyetle tedarik edebilmeleri işletmelerin en önemli hedeflerinden biri olmuştur. Etkin bir tedarik zinciri yönetimi ile bu hedefi gerçekleştirmek mümkündür. Tedarikçi seçimi, tedarik zinciri yönetiminin önemli kısımlardan birisidir. İşletmeler kendilerine en iyi hizmeti verebilecek, maliyet açısından uygun ve talep değişikliklerine karşı esneklik gösterilebilecek tedarikçileri bularak, çalıştıkları tedarikçilerin sayısını en aza indirebilme çabası içindedirler. Doğru tedarikçi seçimi kararı işletmelere maliyet avantajı sağlamakta, tedarikçi seçiminde verilen yanlış kararlar ise işletmeler için fazladan maliyete neden olacağından, rekabet güçlerini olumsuz yönde etkilemektedir.

Karar verme, geçmişten günümüze kadar çoğunlukla içinden çıkılması zor bir durum olarak görülmüştür. Sorunun üstesinden gelebilmek için pek çok bilimsel yöntem geliştirilmiştir. Birden fazla karar vericinin yer aldığı grup kararı vermede, çok sayıda karar kriterine göre pek çok alternatif arasından seçim yapılması gerektiğinde karar verme daha da zorlaşmaktadır. Çünkü grup kararı verilirken, grubun üyeleri farklı düşüncelere sahip olabilmekte ve bu nedenle grup içinde çatışmalar yaşanabilmektedir. Bazen çatışmalar nedeniyle hiçbir karar alınamamakta ya da karar verme ertelenebilmektedir.

Karar kriterlerinin önem düzeyinin ve karar kriterlerine göre alternatiflerin insan yargı ve düşüncelerine göre değerlendirildiği karar verme durumlarında bulanık kümeler teorisi; evet-hayır, doğru-yanlış esasına dayanan ikili (0-1) mantığa göre daha etkin karar verme olanağı sunabilmektedir. Çünkü bulanık küme teorisi, iki uç durum arasındaki durumları değerlendirme imkânı tanımaktadır.

Tedarikçi seçim probleminde iki önemli unsur bulunmaktadır. İlki probleme uygun, firmanın strateji ve ihtiyaçlarını karşılayan kriterlerin seçimidir. İkincisi ise firma için en iyi tedarikçi setinin belirlenmesidir.

Bu çalışmada geniş bir boyut da verilen literatür göz önünde bulundurulduğunda, tedarikçi seçimi aralarında ilişki bulunan birçok kriter içeren bir çok kriterli karar verme problemidir. Literatürde önerilenler ve firmanın da ihtiyaçları göz önünde bulundurularak karar verme problemi ile ilişkili kriterler tespit edilmiştir.

Problemin içerdiği nicel ve nitel faktörler bulanıklık ve belirsizliğe neden olduğunda, belirsizliği çözüme adına araştırmacılar Bulanık Mantık Teorisi'ne sık sık başvurmaktadır. Çünkü, bulanık mantık ile kişilerin sözel ifadeler kullanarak olayları açıklama prensibine uygun bir yapı sunulabilmektedir.

Bu çalışmada tedarikçi seçim kriterlerinin belirlenmesi için Bulanık TOPSIS ve tedarikçi seçimi için de Bulanık VZA tabanlı yeni bir yaklaşım sunulmuştur.

Çalışmada iki aşamalı bir yöntem takip edilmiştir. İlk aşamada firma açısından önemli olan tedarikçi seçim kriterleri Bulanık TOPSIS yöntemi ile belirlenmiş ve kabul edilebilirlik durumuna göre sıralandırılmıştır. İkinci aşamada ise elde edilen kriterler VZA modellerinde girdi ve çıktı değişkenleri olarak kullanılmış ve ilgili sonuçlara göre tedarikçilerin performansları değerlendirilmiştir.

Çalışmaya ilişkin veri setinin oluşmasında, ilk önce uzmanların, tedarikçi seçim kriterleri hakkındaki görüşü, çok yüksek, yüksek, orta yüksek, orta, orta düşük gibi sözel değişkenler kapsamında alınmıştır. Daha sonra oluşturulacak karar matrisinde her bir uzman kendisi bir kriter olarak düşünülmüş ve tedarikçi seçim kriterleri ise alternatif pozisyonla olarak ele alınmıştır. Burada literatürden farklı olarak, Bulanık TOPSIS yöntemi yardımıyla tedarikçi seçim kriterleri sıralandırılmıştır. Bulanık TOPSIS yönteminin kullanılmasıyla belirsizliğin ortadan kaldırıldığını, karar vericiler arasında doğabilecek olası çatışmaların önüne geçildiğini ve karar verme sürecinin daha kolay bir hale geldiğini söylemek mümkündür.

Bulanık TOPSIS yöntemine ilişkin algoritmanın uygulanmasında, beş uzmandan oluşan bir jüri oluşturulmuştur. Literatürden edinen bilgiler doğrultusunda Dickson'un önerdiği 23 kriter baz alınmış ve sözkonusu kriterlere göre uzmanların görüşleri elde edilmiştir. Daha sonra ilgili tedarikçi seçim kriterleri, işletmenin özellikleri ve hedefleri dikkate alınarak değerlendirilmek üzere iki kategoride sınıflandırılmıştır. İki kategoride yer alan toplam 11 kriterin beşi (sırasıyla; dağıtım, tedarikçinin ürünle ilgili tecrübesi, iki taraflı anlaşmalar, ürün garanti süresi ve tedarikçi lokasyonu) birinci grupta (kesinlikle kabul edilir) ve altısı ise (sırasıyla; ürün ambalajlama kalitesi, yönetim ve organizasyonu, üretim yetenekleri ve kapasiteleri, fiyat, tedarikçi iletişimi, ünü ve pozisyonu) ikinci grupta (kabul edilebilir) sıralandırılmıştır.

Bulanık TOPSIS yöntemi tedarikçi seçim kriterlerinin belirlenmesinde insani faktörleri dikkate aldığından ve bilimsel bir analiz yönteme dayandığından tedarikçi seçim kriterleri ile ilgili literatüre zenginlik katmaktadır. Ayrıca bu tezde uzmanları kriter olarak düşünme ve tedarikçi seçim kriterlerini alternatif olarak ele alma, Bulanık TOPSIS yönteminde yeni bir yaklaşım olarak ortaya çıkmaktadır.

Çalışmanın ikinci aşamasında tedarikçi seçimi problemine çözüm bulmak amacıyla tedarikçilerin performansı Bulanık VZA kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu bağlamda Bulanık TOPSIS yönteminin sonucundan elde edilen kriterler belirlenmiş ve tedarikçi seçimi için girdi ve çıktı değişkenleri olarak ele alınmıştır. Verilerin bir kısmı sözel olduğundan kullanılan VZA modeli Bulanık bir model olarak belirlenmiştir. Bu aşamada Wang-Chin'nin Bulanık VZA modeli hem kesin hem de bulanık verilere uygun olduğundan kullanılmıştır. Modelin yapısı gereği her bir karar verme birimi için bir iyimser ve bir kötümser modeli kurulmuştur. Burada 3 farklı ana model, her modelde ise bir iyimser ve bir kötümser model olmak üzere 17 tedarikçi için toplam 102 LP modeli kurulmuştur.

Model (1-1) ve (1-2)'de Bulanık TOPSIS yönteminden elde edilen sonuçlara göre her iki kabul edilebilirlik durumu kategorisinde yer alan kriterler kullanılarak 11 değişkenli Bulanık VZA modeli kurulmuştur. Bu modellerde 6 kriter girdi ve 5 kriter ise çıktı değişkeni olarak ele alınmıştır. Her bir tedarikçi için kurulan iyimser ve kötümser etkinlik değerlerinin geometrik ortalaması alınarak tek bir etkinlik değeri elde edilmiştir. Bu iki modelde girdi ve çıktı değişkenlerinin fazla olduğundan tüm tedarikçiler etkin bulunmuş ve teoride de olduğu gibi yorum yapılamamaktadır. Bu sorunu gidermek için Bulanık TOPSIS sonuçlarının birinci kısmında kabul edilebilir kategorisinde (Approved and preferred) yer alan değişkenlerden yeni girdi ve çıktı değişkenler kümesi oluşturup, VZA modeli tekrar kurulmuştur. Bu kategoride 5 değişken (Tedarikçinin ürünle ilgili tecrübesi, İki taraflı anlaşmalar, Tedarikçi lokasyonu, Ürünün garanti süresi, Dağıtım) bulunmaktadır.

Çalışmada duyarlılık analizi yapmak amacıyla da hem bulanık hem de kesin ağırlıklı modeller kurulmuştur. Model (2-1) ve (2-2) bulanık ağırlıklı model olarak isimlendirilmiştir. Bu modellerde bulanık veriye sahip olan üç girdi için bulanık ağırlıklandırma ve iki çıktının verileri kesin olduğundan ise kesin ağırlıklandırma

yapılmıştır, Model (3-1) ve (3-2) ise kesin ağırlıklı modellerdirler. Bu modellerde hem bulanık hem kesin veriye sahip olan değişkenler için kesin ağırlıklar kullanılmıştır. Her iki tür modelin sonuçları karşılaştırılarak ilgili yorumlar yapılmıştır.

Toplam etkinlik değerlerinde her iki modelde farklı değerler yer almaktadır. Bunun nedeni de  $\theta^{worst}$  ve  $\theta^{best}$  değerlerinin kesin ve bulanık ağırlıklarla elde ettikleri farklı değerlerden kaynaklanmaktadır. Bu farklı toplam etkinlik değerlerinden doğal olarak farklı sıralamalar elde edilmektedir. Yalnız her iki modele göre sırasıyla T16, T10, T9, T14, T17 ve T7 tedarikçileri ilk 6 sırada yer alarak en etkin tedarikçiler setini oluşturmaktadırlar.

Bulanık VZA uygulaması sonucunda etkin tedarikçi seti elde edilmiştir. Burada çalışmanın farklılığını ortaya çıkaran durum, kesin ve bulanık verilerin bir arada modele dahil edilerek kullanılmasından ibarettir. Literatürde de rastlandığı gibi tedarikçi seçiminde verilerin bulunamaması durumu yapılan çalışmaların sağlıklı sonuçlara kavuşması konusunda endişeler yaratmaktadır. Bu bağlamda kullanılan Bulanık VZA modeli sözkonusu sorunu gidermekle tedarikçi seçim sürecini bilimsel yönden zenginleştirmiştir.

Tez sonuçları firma yetkilileriyle paylaşıldığında, firmanın sık olarak çalıştığı 3 tedarikçinin tez sonuçlarına göre etkin çıkan 6 tedarikçi arasında yer aldığı öğrenilmiştir. Firmanın işbirliği yaptığı diğer 3 tedarikçi ise etkin olmayan tedarikçiler arasında yer almaktadır. Bunun nedeni ise tedarikçilerin tek bir kritere göre belirlenmesinden ve bilimsel yöntemlerin göz ardı edildiğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Bu tez çalışmasında elde edilen sonuçlar ve bulgular aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- 1) Tedarikçi seçimi için yapılan bir çok çalışmada elde edilen verilerin, kesin olmamasından dolayı ortaya çıkan sonuçlar gerçekçi olmayabilir. Bu çalışmada hem kesin hem de sözel veriler bulanık sayıya dönüştürülerek firmaya ait veri seti oluşturulmuş ve modellere dahil edilerek daha gerçekçi sonuçlara ulaşılmıştır.
- 2) Tedarikçi kriterleri seçiminde uzmanların görüşüne başvurarak hem firmanın hedefleri doğrultusunda hareket edilmiş, hem de Bulanık TOPSIS yöntemi kullanılarak bilimsel yöntemlerle ilgili kriterler sıralandırılmıştır. Bu

sıralamanın kategorize olduğundan literatürde bulunan diğer kriter setlerinin yanında kullanılması önerilmektedir.

- 3) Bulanık TOPSIS yönteminin farklı bir bakış açısıyla kullanılması araştırmacılara yeni bir çığır açarak literatüre katkı sağlamaktadır.
- 4) Tedarikçi seçimi çalışmalarında ya kesin veri veya bulanık sayılara dayalı modeller kurularak çözümler aranmıştır. Bu çalışmada ise kullanılan Bulanık VZA modeliyle, kesin ve bulanık verilerin bir arada olduğu durumlar için literatürden farklı olarak bir karma yöntem önerilmiştir.
- 5) Bulanık VZA modelleri uygulama kısmında hem Bulanık ağırlıklı hem de kesin ağırlıklı modeller kurularak iki tür model incelenmiş ve birbiriyle karşılaştırılmıştır. Bulanık ağırlıklı modellerin bulanık mantığın temelinde olduğu gibi sözel ifadeleri daha iyi açıklayabileceğinden bir esnekliğe de sahip olduğu görülmektedir.
- 6) Bulanık VZA modelinde etkinliğin iyimser ve kötümser yönleri dikkate alınarak, tek bir etkinlik değeri elde edilmiştir. Bu bakış açısı tedarikçi seçiminde ilk kez kullanılmıştır.
- 7) Çalışmada firmaya ait önemli kriterler ve tedarikçi seçimi bir prosedür olarak düşünülmüş ve bütünleşik yöntem olarak ilk kez Bulanık TOPSIS- Bulanık VZA yöntemi önerilmiştir.
- 8) Uygulamanın yapıldığı firma için etkin tedarikçilerden oluşan bir tedarikçi listesi önerilmiş ve firmanın ileride bu tedarikçilerle çalışması tavsiye edilmiştir.

İleride yapılacak çalışmalarda tedarikçi kriteri ve tedarikçi seçiminde, alternatif farklı çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılarak, bu yöntemlerin karşılaştırılmasıyla çalışmaya değişik boyutlar kazandırılabilir.

Bu çalışmada hem kriter seçimi kısmında hem de tedarikçi seçimi kısmında uzmanların görüşleri insani faktör olduğundan aynı ağırlığa sahip olmaları düşünülmüştür. İşçi, satış elemanı ve yönetici gibi sınıflardan oluşan uzman setinde farklı ağırlıklar verilerek sonuçların karşılaştırılmasını mümkün hale getirebilir ve araştırmayı zenginleştirebilir.

Kullanılan bütünlük Bulanık TOPSIS- Bulanık VZA yöntemi bu araştırmaya uygun görülmüştür. Araştırmacılar farklı uygulamalarda veri setlerine bağlı olarak farklı bütünlük modeller kullanarak literatürü zenginleştirebilirler.



## KAYNAKÇA

- Abdel-Kader, M G, Dugdale, D. (2001). "Evaluating Investments in Advanced Manufacturing Technology: A Fuzzy Set Theory Approach". *The British Accounting Review*, 33(4), 455-489. <http://dx.doi.org/10.1006/bare.2001.0177>
- Adler, N, Friedman, L, Sinuany-Stern, Z. (2002). "Review of Ranking Methods in The Data Envelopment Analysis Context". *European Journal of Operational Research*, 140(2), 249-265. doi: Pii S0377-2217(02)00068-1
- Akdeniz, H A, Turgutlu, T. (2007). "Supplier Selection on Retail: Analysis With Two Multi-Criteria Evaluation Methodologies". *Review of social, Economic & business studies*, 9, 10.
- Aplak, H S. (2010). *Karar Verme Sürecinde Bulanik Mantik Bazli Oyun Teorisi Uygulamalari*. (Doktora Tezi). Ankara: Gazi Üniversitesi.
- Arda, R İ. (2010). *Tedarikçi Seçiminde Bulanik Mantik ve Doğrusal Programlamanın Birlikte Kullanılması*. (Yüksek Lisans Tezi): İstanbul Üniversitesi
- Arslan, G, Aydın, Ö. (2008). On a Software for Fuzzy MCDM. *Paper presented at the 20th EURO Mini Conference*. May 20–23, Neringa.
- Ataei, m. (2011). *Fuzzy Multi Criteria Decision Making*. Shahrood: University of Shahrood.
- Aydemir, Z C. (2002). *Bölgesel Rekabet Edebilirlik Kapsamında İllerin Kaynak Kullanım Görece Verimlilikleri: Veri Zarflama Analizi Uygulaması*. Devlet Plânlama Teşkilâtı.
- Babacan, A. (2006). *Türkiyedeki Üniversitelerde VZA Yöntemiyle Verimlilik Analizi*. (Doktora Tezi). Sivas: Cumhuriyet Üniversitesi.
- Bakırcı, F. (2006). *Üretimde Etkinlik ve Verimlilik Ölçümü, Veri Zarflama Analizi: Teori ve Uygulama*: Atlas Yayınları, Ankara.
- Baykal, N, Beyan, T. (2004). *Bulanik Mantik İlke ve Temelleri*. Ankara: Bıçaklar Kitabevi.
- Bector, C, Chandra, S. (2005). *Fuzzy Mathematical Programming and Fuzzy Matrix Games* (169. bs): Springer.

- Benyoucef, L, Ding, H, Xie, X. (2003). *Supplier Selection Problem: Selection Criteria and Methods*. Unité de recherche INRIA Lorraine.
- Bereketli, I, Erol Genevois, M, Esra Albayrak, Y, Ozyol, M. (2011). "WEEE Treatment Strategies' Evaluation Using Fuzzy LINMAP Method". *Expert Systems with Applications*, 38(1), 71-79. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2010.06.015>
- Bhutta, K S, Huq, F. (2002). "Supplier Selection Problem: A Comparison of The Total Cost of Ownership and Analytic Hierarchy Process Approaches". *Supply Chain Management: An International Journal*, 7(3), 126-135.
- Boran, F E, Genç, S, Kurt, M, Akay, D. (2009). "A Multi-Criteria Intuitionistic Fuzzy Group Decision Making for Supplier Selection With TOPSIS Method". *Expert Systems with Applications*, 36(8), 11363-11368.
- Bottani, E, Rizzi, A. (2005). "A Fuzzy Multi-Attribute Framework for Supplier Selection in an E-Procurement Environment". *International Journal of Logistics: Research and Applications*, 8(3), 249-266.
- Boussofiane, A, Dyson, R G, Thanassoulis, E. (1991). "Applied Data Envelopment Analysis". *European Journal of Operational Research*, 52(1), 1-15. doi: 10.1016/0377-2217(91)90331-O
- Braglia, M, Petroni, A. (2000). "A Quality Assurance-Oriented Methodology for Handling Trade-Offs in Supplier Selection". *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 30(2), 96-112.
- Büyüközkan, G, Çifçi, G. (2011). "A Novel Fuzzy Multi-Criteria Decision Framework for Sustainable Supplier Selection with Incomplete Information". *Computers in Industry*, 62(2), 164-174. doi: 10.1016/j.compind.2010.10.009
- Çebi, F, Bayraktar, D. (2003). "An Integrated Approach for Supplier Selection". *Logistics Information Management*, 16(6), 395-400.
- Çelebi, D, Bayraktar, D. (2008). "An Integrated Neural Network and Data Envelopment Analysis for Supplier Evaluation Under Incomplete Information". *Expert Systems with Applications*, 35(4), 1698-1710.

- Charnes, A, Cooper, W W, Rhodes, E. (1978). "Measuring The Efficiency of Decision Making Units". *European journal of operational research*, 2(6), 429-444.
- Chen, C-T. (2000). "Extensions of The TOPSIS for Group Decision-Making Under Fuzzy Environment". *Fuzzy sets and systems*, 114(1), 1-9. doi: 10.1016/S0165-0114(97)00377-1
- Chen, C-T, Lin, C-T, Huang, S-F. (2006). "A Fuzzy Approach for Supplier Evaluation and Selection in Supply Chain Management". *International Journal of Production Economics*, 102(2), 289-301. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2005.03.009>
- Chen, Y-J. (2011). "Structured Methodology for Supplier Selection and Evaluation in A Supply Chain". *Information Sciences*, 181(9), 1651-1670. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ins.2010.07.026>
- Chin-Nung, L, Kao, H-P. (2011). "An Integrated Fuzzy TOPSIS and MCGP Approach to Supplier Selection in Supply Chain Management". *Expert Systems with Applications*, 38(9), 10803-10811. doi: 10.1016/j.eswa.2011.02.031
- Chou, S-Y, Chang, Y-H. (2008). "A Decision Support System for Supplier Selection Based on A Strategy-Aligned Fuzzy SMART Approach". *Expert Systems with Applications*, 34(4), 2241-2253. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2007.03.001>
- Cook, W D, Kress, M, Seiford, L M. (1996). "Data Envelopment Analysis in the Presence of Both Quantitative and Qualitative Factors". *The Journal of the Operational Research Society*, 47(7), 945-953. doi: 10.2307/3010140.
- Cooper, W W, Park, K S, Yu, G. (1999). "IDEA and AR-IDEA: Models for Dealing with Imprecise Data in DEA". *Management Science*, 45(4), 597-607. doi: 10.2307/2634826
- Cooper, W W, Seiford, L M, Tone, K. (2007). *Data Envelopment Analysis: A Comprehensive Text With Models, Applications, References and DEA-Solver Software*: Springer.
- Dağdeviren, M, Eraslan, E. (2008). "PROMETHEE Sıralama Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi". *Gazi Üniviversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23(1), 69-75.

- Daneshvar Rouyendegh, B. (2009). *Çok Ölçütlü Karar Verme Süreci İçin VZA-AAS Sıralı Hibrit Algoritması ve Bir Uygulama*. (Doktora Tezi). Ankara: Gazi Üniversitesi.
- Daneshvar Rouyendegh, B, Erkan, E. (2012). "Selecting The Best Supplier Using Analytic Hierarchy Process (AHP) Method". *African Journal of Business Management*, 6(4). doi: 10.5897/ajbm11.2009.
- Davari, S, Zarandi, M, Turksen, I. (2008). *Supplier Selection in A Multi-Item/Multi-Supplier Environment*. Paper presented at the Fuzzy Information Processing Society, 2008. NAFIPS 2008. Annual Meeting of the North American.
- Demir, H H. (2010). *İmalat Sektöründe Bulanık TOPSIS Yöntemiyle Tedarikçi Seçimi*. (Yüksek Lisans). İstanbul: İstanbul Üniversitesi.
- Demirdöğen, O, Küçük, O. (2007). "Malzeme Akışının Etkinliğinde Tedarik Zinciri Yönetiminin Önemi". 8. *Türkiye Ekonometri ve statistik Kongresi*, Malatya, İnönü Üniversitesi.
- Deng, X, Hu, Y, Deng, Y, Mahadevan, S. (2014). "Supplier Selection Using AHP Methodology Extended by D Numbers". *Expert Systems with Applications*, 41(1), 156-167. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2013.07.018>
- Deng, Y, Chan, F T S. (2011). "A New Fuzzy Dempster MCDM Method and Its Application in Supplier Selection". *Expert Syst. Appl.*, 38(8), 9854-9861. doi: 10.1016/j.eswa.2011.02.017
- Despotis, D K, Smirlis, Y G. (2002). "Data Envelopment Analysis With Imprecise Data". *European Journal of Operational Research*, 140(1), 24-36. doi: Pii S0377-2217(01)00200-4
- Deveci Kocakoç, İ. (2003). "Veri Zarflama Analizindeki Ağırlık Kısıtlamalarının Belirlenmesinde Analitik Hiyerarşi Sürecinin Kullanımı". *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18(2), 1-12.
- Dickson, G W. (1966). "An Analysis of Vendor Selection Systems and Decisions". *Journal of purchasing*, 2(1), 5-17.

- Durdudiler, M. (2006). *Perakende Sektöründe Tedarikçi Performans Değerlemede AHP ve Bulanık AHP Uygulaması*. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul, Yıldız Teknik Üniversitesi.
- Ecer, F. (2007). *Fuzzy TOPSIS Yöntemiyle İnsan Kaynağı Seçiminde Adayların Değerlemesi ve Bir Uygulama*. (Doktora Tezi). Afyon: Kocatepe Üniversitesi.
- Forker, L B, Mendez, D. (2001). "An Analytical Method for Benchmarking Best Peer Suppliers". *International Journal Of Operations & Production Management*, 21(1/2), 195-209.
- Gencer, C, Gürpınar, D. (2007). "Analytic Network Process in Supplier Selection: A Case Study in An Electronic Firm". *Applied Mathematical Modelling*, 31(11), 2475-2486.
- Ghodsypour, S H, O'brien, C. (1998). "A Decision Support System for Supplier Selection Using An Integrated Analytic Hierarchy Process and Linear Programming". *International journal of production economics*, 56, 199-212.
- Gnanasekaran, S, Velappan, S, Ayappan, S. (2010). "An Integrated Model for Supplier Selection: An Automobile Industry Case Study". *International Journal of Services and Operations Management*, 6(1), 89-105.
- Gökalp, B, Soylu, B, Çelik Aş, M. (2010). "Tedarikçinin Süreçlerini İyileştirme Amaçlı Tedarikçi Seçim Problemi". *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 23(1), 4-15.
- Golany, B, Roll, Y. (1989). "An Application Procedure for DEA". *Omega*, 17(3), 237-250. doi: 10.1016/0305-0483(89)90029-7
- Göztepe, K. (2010). *Yapay Sinir Ağı Temelli Bulanık Analitik Ağ Prosesi Yaklaşımı ile Tedarikçi Seçimi*. (Doktora Tezi). Sakarya Üniversitesi.
- Güneri, A F, Yucel, A, Ayyıldız, G. (2009). "An Integrated Fuzzy-LP Approach for A Supplier Selection Problem .n Supply Chain Management". *Expert Systems with Applications*, 36(5), 9223-9228.
- Güngör, İ, Oruç, K O. (2009). "Bulanık Veri Zarflama Analizi Modellerinin Karşılaştırılması: Sıralı ve Sınırlandırılmış Bulanık Veriler İçin". *Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 1(1), 17-32.

- Guo, P, Tanaka, H. (2001). "Fuzzy DEA: A Perceptual Evaluation Method". *Fuzzy Sets and Systems*, 119(1), 149-160. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0165-0114\(99\)00106-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0165-0114(99)00106-2)
- Gwo-Hshiung, T, Tzeng, G H, Huang, J-J. (2011). *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*: CRC Press.
- Haq, A N, Kannan, G. (2006). "Fuzzy Analytical Hierarchy Process for Evaluating and Selecting A Vendor in A Supply Chain Model". *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 29(7-8), 826-835.
- Harding, M, Harding, M L. (2001). *Purchasing*. New York: Barron's Educational Series.
- Ho, W, Xu, X, Dey, P K. (2010). "Multi-Criteria Decision Making Approaches for Supplier Evaluation and Selection: A Literature Review". *European Journal of Operational Research*, 202(1), 16-24. doi: 10.1016/j.ejor.2009.05.009.
- Hwang, C-L, Yoon, K. (1981). *Multiple Attribute Decision Making*: Springer.
- İnan, U H. (2008). *Kalite Yönetim Sistemlerinde Tetkik Performansının Bulanık Mantık ile Analitik Hiyerarşi Süreci ve Bulanık Analitik Ağ Süreci Kullanılarak Ölçülmesi*. (Doktora Tezi). İstanbul: Yıldız Teknik üniversitesi.
- Jahanshahloo, G R, Lotfi, F H, Izadikhah, M. (2006). "Extension of The TOPSIS Method for Decision-Making Problems With Fuzzy Data". *Applied Mathematics and Computation*, 181(2), 1544-1551.
- Kale, S. (2009). *Veri Zarflama Analizi ile Banka Şubelerinin Performansının Ölçülmesi*. (Doktora Tezi). İstanbul: Kadir Has Üniversitesi.
- Kannan, D, Jabbour, A B L d S, Jabbour, C J C. (2014). "Selecting Green Suppliers Based on GSCM Practices: Using Fuzzy TOPSIS Applied to A Brazilian Electronics Company". *European Journal of Operational Research*, 233(2), 432-447. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2013.07.023>

- Kao, C, Liu, S-T. (2000). "Fuzzy Efficiency Measures in Data Envelopment Analysis". *Fuzzy Sets and Systems*, 113(3), 427-437. [http://dx.doi.org/10.1016/S0165-0114\(98\)00137-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0165-0114(98)00137-7)
- Kar, A K. (2014). "Revisiting The Supplier Selection Problem: An Integrated Approach for Group Decision Support". *Expert Systems with Applications*, 41(6), 2762-2771. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2013.10.009>
- Kar, A K, Pani, A K. (2014). "Exploring the importance of different supplier selection criteria". *Management Research Review*, 37(1), 89-105.
- Karsak, E E. (2004). "Fuzzy Multiple Objective Decision Making Approach to Prioritize Design Requirements in Quality Function Deployment". *International Journal of Production Research*, 42(18), 3957-3974. doi:10.1080/00207540410001703998
- Kasap, Y. (2008). *Türkiye Kömür Madenciliginde Etkinlik ve Verimlilik Gelisimi: Veri Zarflama Analizi*. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
- Kazançoğlu, Y. (2008). *Lojistik Yönetimi Sürecinde Tedarikçi Seçimi Ve Performans Değerlendirilmesinin Yöneylem Arastırması Teknikleri ile Gerçekleştirilmesi: AHP (Analitik Hiyerarşik Süreç) ve DEA (Veri Zarflama Analizi)*. (Doktora Tezi). İzmir: EGE Üniversitesi.
- Kazançoğlu, Y, Ada, E. (2010). "Perakende Sektöründe Tedarikçi Seçiminin Bulanık AHP ile Gerçekleştirilmesi". *Savunma Bilimleri Dergisi*, 9(1), 29-52.
- Kehoe, D, Boughton, N. (2001). "Internet Based Supply Chain Management: A Classification of Approaches to Manufacturing Planning and Control". *International Journal of Operations & Production Management*, 21(4), 516-525.
- Khatami Firoozabadi, A. (2006). *Multiple Criteria Decision Making Methods*: Modiran Emrooz.
- Kumar, A, Jain, V, Kumar, S. (2014). "A Comprehensive Environment Friendly Approach for Supplier Selection". *Omega*, 42(1), 109-123. <http://dx.doi.org/10.1016/j.omega.2013.04.003>

- Kumar, M, Vrat, P, Shankar, R. (2006). "A Fuzzy Programming Approach for Vendor Selection Problem in A Supply Chain". *International Journal of Production Economics*, 101(2), 273-285. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2005.01.005>
- Kuo, R J, Wang, Y C, Tien, F C. (2010). "Integration of Artificial Neural Network and MADA Methods for Green Supplier Selection". *Journal of Cleaner Production*, 18(12), 1161-1170. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.03.020>
- Kutlar, A, Bakırcı, F, Yüksel, F. (2010). *Türkiye’de Belediyelerin Ekonomik Etkinliği ve Etkinliğe Etki Eden Faktörler Üzerine bir Arastırma (proje No: 107K490)*. Sivas. Cumhuriyet Üniversitesi.
- Lai, Y-J, Hwang, C-L. (1992). *Fuzzy Mathematical Programming - Methods and Applications*: Springer.
- León, T, Liern, V, Ruiz, J L, Sirvent, I. (2003). "A Fuzzy Mathematical Programming Approach to The Assessment of Efficiency With DEA Models". *Fuzzy Sets and Systems*, 139(2), 407-419. [http://dx.doi.org/10.1016/S0165-0114\(02\)00608-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0165-0114(02)00608-5)
- Lertworasirikul, S, Fang, S-C, A. Joines, J, L.W. Nuttle, H. (2003). "Fuzzy Data Envelopment Analysis (DEA): A Possibility Approach". *Fuzzy Sets and Systems*, 139(2), 379-394. [http://dx.doi.org/10.1016/S0165-0114\(02\)00484-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0165-0114(02)00484-0)
- Li, D-F, Yang, J-B. (2004). "Fuzzy Linear Programming Technique for Multiattribute Group Decision Making in Fuzzy Environments". *Information Sciences*, 158(0), 263-275. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ins.2003.08.007>
- Liu, F-H F, Hai, H L. (2005). "The Voting Analytic Hierarchy Process Method for Selecting Supplier". *International Journal of Production Economics*, 97(3), 308-317.
- Liu, J, Ding, F-Y, Lall, V. (2000). "Using Data Envelopment Analysis to Compare Suppliers for Supplier Selection and Performance Improvement". *Supply Chain Management: An International Journal*, 5(3), 143-150.
- Lorco, F. (2008). *Veri Zarflama Analizi (DEA) ile Türkiye ve Avrupa Birliği Ülkelerinin Sağlık Alanındaki Etkinliklerinin Değerlendirilmesi*. (Doktora Tezi). İstanbul: İstanbul Üniversitesi.



- Ma, R, Yao, L, Jin, M, Ren, P. (2014). "The DEA Game Cross-efficiency Model for Supplier Selection Problem under Competition". *Applied Mathematics & Information Sciences*, 8(2).
- Min, H. (1994). "International supplier selection:: A Multi-Attribute Utility Approach". *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 24(5), 24-33.
- Momeni, M. (2006). "New topics in operations research". *Tehran: Management School Publications*.
- Motwani, J, Youssef, M, Kathawala, Y, Futch, E. (1999). "Supplier Selection in Developing Countries: A Model Development". *Integrated Manufacturing Systems*, 10(3), 154-162.
- Nathanson, B H, Higgins, T L, Giglio, R J, Munshi, I A, Steingrub, J S. (2003). "An Exploratory Study Using Data Envelopment Analysis to Assess Neurotrauma Patients in The Intensive Care Unit". *Health Care Management Science*, 6(1), 43-55.
- Nevşehirli, E E. (2007). *Tedarik Zinciri Yönetiminde Tedarikçi Değerlendirmesi ve Ayakkabi Sektöründe Bir Uygulama*. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Ng, W L. (2008). "An Efficient and Simple Model for Multiple Criteria Supplier Selection Problem". *European Journal of Operational Research*, 186(3), 1059-1067. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2007.01.018>
- Önüt, S, Kara, S S, Işık, E. (2009). "Long Term Supplier Selection Using A Combined Fuzzy MCDM Approach: A Case Study for A Telecommunication Company". *Expert Systems with Applications*, 36(2), 3887-3895.
- Opricovic, S, Tzeng, G-H. (2004). "Compromise Solution by MCDM Methods: A Comparative Analysis of VIKOR and TOPSIS". *European Journal of Operational Research*, 156(2), 445-455.
- Oruç, K O. (2008). *Veri Zarflama Analizi ile Bulanık Ortamda Etkinlik Ölçümleri ve Üniversitelerde Bir Uygulama*. (Doktora Tezi). Isparta: Süleyman Demirel Üniversitesi.

- Özdağoğlu, A. (2008). "*Bulanık Analitik Serim Süreci*" Yaklaşımı ile Çok Ölçütlü Karar Verme ve Bir İşletme Uygulaması (Doktora Tezi). İzmir: Dokkuz Eylül Üniversitesi.
- Özdemir, A. (2007). *Tedarikçi Seçiminde karar Modelleri ve Bir Uygulama Denemesi*. (Doktora Tezi). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.
- Özkan, Ş. (2005). *Yöneylem Araştırması; Nicel Karar Teknikleri*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Öztürk, A, Erdoğan, Ş, Arıkan, V S. (2011). "Analitik Hiyerarsi Süreci (AHS) Kullanılarak Tedarikçilerin Değerlendirilmesi: Bir Tekstil Firmasında Uygulama". *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 26(1), 93-112.
- Pakdamar, F. (2009). *Betonarme Yapılarda Performansa Dayalı Tasarım Kriterlerinin Bulanık Küme Yaklaşımı ile İncelenmesi*. (Doktora Tezi). İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Peker, İ, Baki, B. (2011). "Gri İlişkisel Analiz Yöntemiyle Türk Sigortacılık Sektöründe Performans Ölçümü". *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*(7), 1-18.
- Ramanathan, R. (2007). "Supplier Selection Problem: Integrating DEA With The Approaches of Total Cost of Ownership and AHP". *Supply Chain Management: An International Journal*, 12(4), 258-261.
- Raut, R D. (2011). "Environmental Performance: A Hybrid Method for Supplier Selection using AHP-DEA". *International Journal of Business Insights & Transformation*, 5(1).
- Ross, A, Buffa, F P, Dröge, C, Carrington, D. (2006). "Supplier Evaluation in A Dyadic Relationship: An Action Research Approach". *Journal of Business Logistics*, 27(2), 75-101.
- Saati, S, Memariani, A. (2005). "Reducing Weight Flexibility in Fuzzy DEA". *Applied Mathematics and Computation*, 161(2), 611-622. <http://dx.doi.org/10.1016/j.amc.2003.12.052>.

- Saati, S M, Memariani, A, Jahanshahloo, G R. (2002). "Efficiency Analysis and Ranking of DMUs with Fuzzy Data". *Fuzzy Optimization and Decision Making*, 1(3), 255-267. doi: 10.1023/A:1019648512614.
- Saen, R F. (2007). "Suppliers Selection in The Presence of Both Cardinal and Ordinal Data". *European Journal of Operational Research*, 183(2), 741-747. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2006.10.022>.
- Saen, R F. (2010). "Restricting Weights in Supplier Selection Decisions in The Presence of Dual-Role Factors". *Applied Mathematical Modelling*, 34(10), 2820-2830. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apm.2009.12.016>.
- Sanayei, A, Farid Mousavi, S, Yazdankhah, A. (2010). "Group Decision Making Process for Supplier Selection With VIKOR Under Fuzzy Environment". *Expert Systems with Applications*, 37(1), 24-30. doi: 10.1016/j.eswa.2009.04.063
- Sathye, M. (2003). "Efficiency of Banks in A Developing Economy: The Case of India". *European Journal of Operational Research*, 148(3), 662-671. doi: 10.1016/S0377-2217(02)00471-X
- Şen, E. (2006). Kobi'lerin Uluslararası Rekabet Güçlerini Artırmada Tedarik Zinciri Yönetiminin Önemi. Dış Ticaret Müsteşarlığı, İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi.
- Şen, H. (2012). *Fayda Aralığı Temelli Etkileşimli Grup Karar Verme Yöntemi ile Tedarikçi Seçimi*. (Doktora Tezi). Sakarya Üniversitesi.
- Şen, S. (2007). *Tedarik Zinciri Yönetiminde Tedarikçi Seçimi Sistemine Ait Bir Karar Destek Modeli Geliştirilmesi Ve Uygulama Sonuçlarının Değerlendirilmesi*. (Doktora Tezi). İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi.
- Şengül, Ü. (2010). *Tersine Lojistik Ağ Tasarımında Karma Tamsayı Programlama Modeli ve Ambalaj Atıkları Geri Dönüşümü için Bir Uygulama*. (Doktora Tezi). Erzurum: Atatürk Üniversitesi.
- Şengül, Ü, Eren, M, Eslamian Shiraz, S h. (2012). "Bulanık AHP ile Belediyelerin Toplu Taşıma Araç Seçimi". *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 40(Aralık), 143-165.

- Sengupta, J K. (1992). "A Fuzzy Systems Approach in Data Envelopment Analysis". *Computers & Mathematics with Applications*, 24(8-9), 259-266. [http://dx.doi.org/10.1016/0898-1221\(92\)90203-T](http://dx.doi.org/10.1016/0898-1221(92)90203-T)
- Sesigüzel Cerit, A. (2011). *Bankacılık Sektörünün 2007-2008 Kriz Döneminde Bulanık Veri Zarflama ile İncelenmesi*. (Doktora Tezi). İzmir Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Seydel, J. (2005). "Supporting The Paradigm Shift in Vendor Selection: Multicriteria Methods for Sole-Sourcing". *Managerial Finance*, 31(3), 49-66.
- Shavandi, H. (2006). *Fuzzy Sets Theory and its Application in Industrial Engineering and Management*. Tehran: Gostaresh OP.
- Shaw, K, Shankar, R, Yadav, S S, Thakur, L S. (2012). "Supplier Selection Using Fuzzy AHP and Fuzzy Multi-Objective Linear Programming for Developing Low Carbon Supply Chain". *Expert Systems with Applications*, 39(9), 8182-8192. doi: 10.1016/j.eswa.2012.01.149
- Shyur, H J, Shih, H S. (2006). "A hybrid MCDM Model for Strategic Vendor Selection". *Mathematical and Computer Modelling*, 44(7-8), 749-761. doi: 10.1016/j.mcm.2005.04.018
- Soba, M, Akcanlı, F, Erem, I. (2012). "İMKB'ye Kayıtlı Seçilmiş İşletmelere Yönelik Etkinlik Ölçümü ve Performans Değerlendirmesi: Veri Zarflama Analizi ve TOPSIS Uygulaması". *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 27.
- Stanciulescu, C v, Fortemps, P, Installé, M, Wertz, V. (2003). "Multi Objective Fuzzy Linear Programming Problems With Fuzzy Decision Variables". *European Journal of Operational Research*, 149(3), 654-675.
- Supçiller, A A, Çapraz, O. (2011). *AHP-TOPSIS Yöntemine Dayalı Tedarikçi Seçimi Uygulaması*, Paper presented at the 12. Uluslararası Ekonometri, Yöneylem Araştırması, İstatistik Sempozyumu, İstanbul.
- Taha, H A. (2007). *Yöneylem araştırması* (Ş. A. Baray & Ş. Esnaf, Trans.): Literatür Yayıncılık.
- Tahriri, F, Osman, M R, Ali, A, Yusuff, R M, Esfandiary, A. (2008). "AHP Approach for Supplier Evaluation and Selection in A Steel Manufacturing Company".

*Journal of Industrial Engineering and Management*, 1(2). doi: 10.3926/jiem.2008.v1n2.p54-76

- Tam, M C, Tummala, V. (2001). "An Application of The AHP in Vendor Selection of A Telecommunications System". *Omega*, 29(2), 171-182.
- Ting, S-C, Cho, D I. (2008). "An Integrated Approach for Supplier Selection and Purchasing Decisions". *Supply Chain Management: An International Journal*, 13(2), 116-127.
- Toloo, M, Nalchigar, S. (2011). "A New DEA Method for Supplier Selection in Presence of Both Cardinal and Ordinal Data". *Expert Systems with Applications*, 38(12), 14726-14731. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2011.05.008>
- Vokurka, R J, Choobineh, J, Vadi, L. (1996). "A Prototype Expert System for The Evaluation and Selection of Potential Suppliers". *International Journal of Operations & Production Management*, 16(12), 106-127.
- Wagner, J M, Shimshak, D G. (2007). "Stepwise selection of Variables in Data Envelopment Analysis: Procedures and Managerial Perspectives". *European Journal of Operational Research*, 180(1), 57-67. doi: 10.1016/j.ejor.2006.02.048
- Wang, Y-M, Chin, K-S. (2011). "Fuzzy Data Envelopment Analysis: A Fuzzy Expected Value Approach". *Expert Syst. Appl.*, 38(9), 11678-11685. doi: 10.1016/j.eswa.2011.03.049
- Wang, Y, Chin, K, Yang, J. (2007). "Measuring The Performances of Decision-Making Units Using Geometric Average Efficiency". *Journal of the Operational Research Society*, 58(7), 929-937.
- Weber, C A. (1996). "A Data Envelopment Analysis Approach to Measuring Vendor Performance". *Supply Chain Management: An International Journal*, 1(1), 28-39.
- Weber, C A, Current, J, Desai, A. (2000). "An Optimization Approach to Determining The Number of Vendors to Employ". *Supply Chain Management: An International Journal*, 5(2), 90-98.

- Wu, D. (2009). "Supplier Selection: A Hybrid Model Using DEA, Decision Tree and Neural Network". *Expert Systems with Applications*, 36(5), 9105-9112. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2008.12.039>
- Wu, D D, Zhang, Y, Wu, D, Olson, D L. (2010). "Fuzzy Multi-Objective Programming for Supplier Selection and Risk Modeling: A Possibility Approach". *European Journal of Operational Research*, 200(3), 774-787.
- Xia, W, Wu, Z. (2007). "Supplier Selection With Multiple Criteria in Volume Discount Environments". *Omega*, 35(5), 494-504.
- Yalçın Seçme, N, Özdemir, A İ. (2010). "Bulanık Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile Çok Kriterli Stratejik Tedarikçi Seçimi: Türkiye Örneği". *İktisadi Ve İdari Bilimler Dergisi/Journal Of Economics And Administrative Sciences*, 22(2).
- Yeşilyurt, C, Alan, M A. (2003). "Fen Liselerinin 2002 Yılı Göreceli Etkinliğinin Veri Zarflama Analizi (VZA) Yöntemi ile Ölçülmesi ". *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 4(2), 91-104.
- Yolalan, R, Merkezi, M P. (1993). *İşletmelerarası Göreli Etkinlik Ölçümü*. Millî Prodüktivite Merkezi.
- Yu, M-M, Ting, S-C, Chen, M-C. (2010). "Evaluating The Cross-Efficiency of Information Sharing in Supply Chains". *Expert Systems with Applications*, 37(4), 2891-2897.
- Zadeh, L A. (1965). "Fuzzy Sets". *Information and control*, 8(3), 338-353.
- Zhu, J. (2003). "Imprecise Data Envelopment Analysis (IDEA): A Review and Improvement With An Application". *European Journal of Operational Research*, 144(3), 513-529. [http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217\(01\)00392-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0377-2217(01)00392-7).
- Zingil, T. (2009). *Supplier Selection Using TOPSIS and VIKOR Under Fuzzy Environment*. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul, Bahçeşehir Üniversitesi.

## EKLER

### Ek 1. Tedarikçi Kriterlerin Önem Seviyesi Belirleme Anketi

Sayın Katılımcı Bu anket Tedarikçi seçimi problemini araştırmak amacıyla düzenlenmiştir. Bu anket çalışmasının sonuçlarının firmaların tedarikçi seçiminde konuya yönelik çalışmalarını gerçekleştirebilmelerinde önemli bir veri oluşturacağı inancıyla katılımınız için teşekkür ederiz.

**Aşağıdaki kriterlerin tedarikçi seçiminde çalıştığınız firma için önem düzeyine ne kadardır.**

	Tedarikçi Seçiminde Kriterler	Çok Düşük	Düşük	Orta Düşük	Orta	Orta Yüksek	Yüksek	Çok Yüksek
1	Fiyat							
2	Dağıtım							
3	Kalite							
4	Üretim yetenekleri ve kapasiteleri							
5	Tedarikçi lokasyonu							
6	Teknik kapasite							
7	Tedarikçi firma yönetim ve organizasyonu							
8	Tedarikçi firmanın sektördeki ünü ve pozisyonu							
9	Tedarikçinin finansal pozisyonu							
10	Tedarikçinin performans geçmişi							
11	Tedarikçinin bakım desteği							
12	Tedarikçinin davranışı							
13	Ürün ambalajlama kalitesi							
14	Operasyonel kontroller							
15	Eğitim destekleri							
16	Satın alma fiyat artırım							
17	Tedarikçi firmanın iş süreçleri kayıtları							
18	Tedarikçi iletişimi							
19	İki taraflı anlaşmalar							
20	Tedarikçi firmanın izlenimi							
21	Tedarikçinin istekliliği							
22	Tedarikçinin ürünle ilgili tecrübesi							
23	Ürün garanti süresi							





## Ek 3.1. Tedarikçilerin Fuzzy Verileri

	Uzman	Tedarikçinin ürünle ilgili tecrübesi	İki taraflı anlaşmalar	Tedarikçi lokasyonu	Kalite	Üretim yetenekleri ve kapasiteleri	Ürün ambalajlama kalitesi	Tedarikçi iletişimi	Ünü ve pozisyon
T1	D1	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(1,2,2,3)
	D2	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(2,3,4,5)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(2,3,4,5)	(4,5,5,6)
	D3	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(2,3,4,5)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)
	D4	(8,9,10,10)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(2,3,4,5)
	D5	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)
	D6	(8,9,10,10)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)
	D7	(8,9,10,10)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(2,3,4,5)
	D8	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(2,3,4,5)	(2,3,4,5)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)
	D9	(8,9,10,10)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)
	D10	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(2,3,4,5)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)
T2	D1	(8,9,10,10)	(8,9,10,10)	(0,0,1,2)	(8,9,10,10)	(8,9,10,10)	(8,9,10,10)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)
	D2	(8,9,10,10)	(4,5,5,6)	(0,0,1,2)	(7,8,8,9)	(8,9,10,10)	(8,9,10,10)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)
	D3	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(1,2,2,3)	(7,8,8,9)	(8,9,10,10)	(7,8,8,9)	(1,2,2,3)	(8,9,10,10)
	D4	(8,9,10,10)	(4,5,5,6)	(2,3,4,5)	(8,9,10,10)	(7,8,8,9)	(8,9,10,10)	(2,3,4,5)	(8,9,10,10)
	D5	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(8,9,10,10)	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(8,9,10,10)
	D6	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(2,3,4,5)	(8,9,10,10)	(8,9,10,10)	(8,9,10,10)	(2,3,4,5)	(5,6,7,8)
	D7	(8,9,10,10)	(8,9,10,10)	(1,2,2,3)	(7,8,8,9)	(8,9,10,10)	(8,9,10,10)	(1,2,2,3)	(7,8,8,9)
	D8	(8,9,10,10)	(8,9,10,10)	(2,3,4,5)	(8,9,10,10)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(8,9,10,10)
	D9	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(1,2,2,3)	(8,9,10,10)	(8,9,10,10)	(8,9,10,10)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)
	D10	(8,9,10,10)	(7,8,8,9)	(2,3,4,5)	(8,9,10,10)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(8,9,10,10)
T3	D1	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(8,9,10,10)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(8,9,10,10)
	D2	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(8,9,10,10)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)
	D3	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(8,9,10,10)	(2,3,4,5)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)
	D4	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(2,3,4,5)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)
	D5	(8,9,10,10)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(2,3,4,5)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)
	D6	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(8,9,10,10)	(2,3,4,5)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)
	D7	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)
	D8	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(8,9,10,10)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)
	D9	(5,6,7,8)	(8,9,10,10)	(8,9,10,10)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)
	D10	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(8,9,10,10)
T4	D1	(8,9,10,10)	(8,9,10,10)	(8,9,10,10)	(8,9,10,10)	(7,8,8,9)	(8,9,10,10)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)
	D2	(8,9,10,10)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(8,9,10,10)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(8,9,10,10)
	D3	(8,9,10,10)	(8,9,10,10)	(8,9,10,10)	(8,9,10,10)	(8,9,10,10)	(8,9,10,10)	(4,5,5,6)	(8,9,10,10)
	D4	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(8,9,10,10)	(8,9,10,10)	(7,8,8,9)	(2,3,4,5)	(8,9,10,10)
	D5	(8,9,10,10)	(5,6,7,8)	(8,9,10,10)	(8,9,10,10)	(7,8,8,9)	(8,9,10,10)	(4,5,5,6)	(8,9,10,10)

	D6	(8,9,10,10)	(7,8,8,9)	(8,9,10,10)	(7,8,8,9)	(8,9,10,10)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(8,9,10,10)
	D7	(8,9,10,10)	(8,9,10,10)	(8,9,10,10)	(8,9,10,10)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)
	D8	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(8,9,10,10)	(5,6,7,8)	(8,9,10,10)	(7,8,8,9)	(8,9,10,10)
	D9	(7,8,8,9)	(8,9,10,10)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(8,9,10,10)	(5,6,7,8)	(8,9,10,10)
	D10	(8,9,10,10)	(8,9,10,10)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(2,3,4,5)	(8,9,10,10)
T5	D1	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(8,9,10,10)	(8,9,10,10)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)
	D2	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(8,9,10,10)	(5,6,7,8)	(2,3,4,5)
	D3	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(8,9,10,10)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(8,9,10,10)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)
	D4	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(8,9,10,10)	(8,9,10,10)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)
	D5	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(8,9,10,10)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(8,9,10,10)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)
	D6	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)
	D7	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(8,9,10,10)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)
	D8	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)
	D9	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(8,9,10,10)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)
	D10	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)
T6	D1	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(1,2,2,3)	(1,2,2,3)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(0,0,1,2)
	D2	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(2,3,4,5)
	D3	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(8,9,10,10)	(2,3,4,5)
	D4	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(0,0,1,2)	(1,2,2,3)	(5,6,7,8)	(8,9,10,10)	(0,0,1,2)
	D5	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(8,9,10,10)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(8,9,10,10)	(2,3,4,5)
	D6	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(1,2,2,3)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(1,2,2,3)
	D7	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(8,9,10,10)	(2,3,4,5)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(2,3,4,5)
	D8	(5,6,7,8)	(2,3,4,5)	(7,8,8,9)	(0,0,1,2)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(0,0,1,2)
	D9	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(2,3,4,5)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(2,3,4,5)
	D10	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(2,3,4,5)
T7	D1	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(8,9,10,10)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(1,2,2,3)
	D2	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)
	D3	(5,6,7,8)	(2,3,4,5)	(8,9,10,10)	(5,6,7,8)	(8,9,10,10)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)
	D4	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)
	D5	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(8,9,10,10)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(8,9,10,10)	(7,8,8,9)
	D6	(5,6,7,8)	(2,3,4,5)	(8,9,10,10)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)
	D7	(7,8,8,9)	(1,2,2,3)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(8,9,10,10)	(5,6,7,8)
	D8	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)
	D9	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(8,9,10,10)
	D10	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)
T8	D1	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(0,0,1,2)	(0,0,1,2)	(8,9,10,10)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)
	D2	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(1,2,2,3)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(1,2,2,3)
	D3	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(2,3,4,5)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(2,3,4,5)
	D4	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(0,0,1,2)
	D5	(7,8,8,9)	(1,2,2,3)	(4,5,5,6)	(0,0,1,2)	(7,8,8,9)	(0,0,1,2)	(7,8,8,9)	(1,2,2,3)
	D6	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(0,0,1,2)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(0,0,1,2)	(5,6,7,8)	(2,3,4,5)

	D7	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(1,2,2,3)	(0,0,1,2)	(5,6,7,8)	(0,0,1,2)	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)
	D8	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(2,3,4,5)	(1,2,2,3)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(0,0,1,2)
	D9	(4,5,5,6)	(2,3,4,5)	(4,5,5,6)	(2,3,4,5)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(1,2,2,3)
	D10	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(0,0,1,2)	(4,5,5,6)	(0,0,1,2)	(4,5,5,6)	(2,3,4,5)
T9	D1	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)
	D2	(4,5,5,6)	(1,2,2,3)	(8,9,10,10)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(1,2,2,3)
	D3	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(2,3,4,5)
	D4	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(8,9,10,10)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)
	D5	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(8,9,10,10)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)
	D6	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(8,9,10,10)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)
	D7	(5,6,7,8)	(2,3,4,5)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)
	D8	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(8,9,10,10)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)
	D9	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(2,3,4,5)
	D10	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(8,9,10,10)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(8,9,10,10)	(8,9,10,10)
T10	D1	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(8,9,10,10)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)
	D2	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(8,9,10,10)
	D3	(5,6,7,8)	(2,3,4,5)	(8,9,10,10)	(5,6,7,8)	(2,3,4,5)	(5,6,7,8)	(8,9,10,10)	(8,9,10,10)
	D4	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(8,9,10,10)	(0,0,1,2)	(5,6,7,8)	(8,9,10,10)	(8,9,10,10)	(5,6,7,8)
	D5	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(1,2,2,3)	(7,8,8,9)	(8,9,10,10)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)
	D6	(5,6,7,8)	(1,2,2,3)	(8,9,10,10)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)
	D7	(7,8,8,9)	(1,2,2,3)	(8,9,10,10)	(4,5,5,6)	(2,3,4,5)	(7,8,8,9)	(2,3,4,5)	(5,6,7,8)
	D8	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(1,2,2,3)	(5,6,7,8)	(8,9,10,10)	(5,6,7,8)	(2,3,4,5)
	D9	(5,6,7,8)	(2,3,4,5)	(7,8,8,9)	(2,3,4,5)	(2,3,4,5)	(8,9,10,10)	(2,3,4,5)	(2,3,4,5)
	D10	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(8,9,10,10)	(2,3,4,5)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)
T11	D1	(7,8,8,9)	(8,9,10,10)	(4,5,5,6)	(8,9,10,10)	(7,8,8,9)	(8,9,10,10)	(7,8,8,9)	(8,9,10,10)
	D2	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)
	D3	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(8,9,10,10)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(1,2,2,3)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)
	D4	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(8,9,10,10)	(7,8,8,9)	(1,2,2,3)	(5,6,7,8)	(1,2,2,3)	(5,6,7,8)
	D5	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(1,2,2,3)	(5,6,7,8)	(1,2,2,3)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)
	D6	(5,6,7,8)	(1,2,2,3)	(8,9,10,10)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)
	D7	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)
	D8	(5,6,7,8)	(2,3,4,5)	(8,9,10,10)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)
	D9	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)
	D10	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(8,9,10,10)	(5,6,7,8)	(1,2,2,3)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)
T12	D1	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)
	D2	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(0,0,1,2)	(7,8,8,9)	(8,9,10,10)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)
	D3	(5,6,7,8)	(1,2,2,3)	(1,2,2,3)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)
	D4	(4,5,5,6)	(2,3,4,5)	(2,3,4,5)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)
	D5	(4,5,5,6)	(1,2,2,3)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(1,2,2,3)	(7,8,8,9)	(8,9,10,10)	(5,6,7,8)
	D6	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(2,3,4,5)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)
	D7	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(1,2,2,3)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(8,9,10,10)	(7,8,8,9)

	D8	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(2,3,4,5)	(5,6,7,8)	(8,9,10,10)	(8,9,10,10)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)
	D9	(7,8,8,9)	(2,3,4,5)	(1,2,2,3)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)
	D10	(5,6,7,8)	(1,2,2,3)	(2,3,4,5)	(7,8,8,9)	(1,2,2,3)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)
T13	D1	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)
	D2	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(8,9,10,10)	(7,8,8,9)	(1,2,2,3)	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)
	D3	(5,6,7,8)	(1,2,2,3)	(8,9,10,10)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(1,2,2,3)
	D4	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(8,9,10,10)	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(1,2,2,3)	(1,2,2,3)
	D5	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(1,2,2,3)
	D6	(7,8,8,9)	(2,3,4,5)	(8,9,10,10)	(7,8,8,9)	(1,2,2,3)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)
	D7	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(1,2,2,3)	(5,6,7,8)
	D8	(4,5,5,6)	(2,3,4,5)	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(2,3,4,5)
	D9	(4,5,5,6)	(1,2,2,3)	(7,8,8,9)	(1,2,2,3)	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(1,2,2,3)	(1,2,2,3)
	D10	(5,6,7,8)	(1,2,2,3)	(8,9,10,10)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(2,3,4,5)
T14	D1	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(8,9,10,10)	(2,3,4,5)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(1,2,2,3)
	D2	(5,6,7,8)	(2,3,4,5)	(8,9,10,10)	(2,3,4,5)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)
	D3	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(8,9,10,10)	(1,2,2,3)	(7,8,8,9)	(8,9,10,10)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)
	D4	(7,8,8,9)	(2,3,4,5)	(7,8,8,9)	(2,3,4,5)	(4,5,5,6)	(2,3,4,5)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)
	D5	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(1,2,2,3)
	D6	(4,5,5,6)	(1,2,2,3)	(8,9,10,10)	(2,3,4,5)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)
	D7	(5,6,7,8)	(2,3,4,5)	(7,8,8,9)	(1,2,2,3)	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)
	D8	(5,6,7,8)	(1,2,2,3)	(8,9,10,10)	(2,3,4,5)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)
	D9	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(2,3,4,5)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)
	D10	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(8,9,10,10)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(8,9,10,10)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)
T15	D1	(0,0,1,2)	(4,5,5,6)	(8,9,10,10)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)
	D2	(2,3,4,5)	(2,3,4,5)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(2,3,4,5)	(4,5,5,6)	(4,5,5,6)
	D3	(0,0,1,2)	(1,2,2,3)	(8,9,10,10)	(7,8,8,9)	(2,3,4,5)	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(0,0,1,2)
	D4	(1,2,2,3)	(2,3,4,5)	(7,8,8,9)	(2,3,4,5)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(1,2,2,3)
	D5	(1,2,2,3)	(1,2,2,3)	(8,9,10,10)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(1,2,2,3)
	D6	(2,3,4,5)	(2,3,4,5)	(8,9,10,10)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)
	D7	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(8,9,10,10)	(2,3,4,5)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(0,0,1,2)
	D8	(0,0,1,2)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(1,2,2,3)
	D9	(1,2,2,3)	(1,2,2,3)	(8,9,10,10)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(1,2,2,3)
	D10	(2,3,4,5)	(2,3,4,5)	(8,9,10,10)	(2,3,4,5)	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(1,2,2,3)
T16	D1	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(0,0,1,2)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(8,9,10,10)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)
	D2	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(1,2,2,3)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(8,9,10,10)	(5,6,7,8)
	D3	(5,6,7,8)	(2,3,4,5)	(1,2,2,3)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(8,9,10,10)	(7,8,8,9)
	D4	(5,6,7,8)	(1,2,2,3)	(2,3,4,5)	(7,8,8,9)	(8,9,10,10)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(8,9,10,10)
	D5	(7,8,8,9)	(2,3,4,5)	(1,2,2,3)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(8,9,10,10)
	D6	(4,5,5,6)	(1,2,2,3)	(0,0,1,2)	(1,2,2,3)	(7,8,8,9)	(8,9,10,10)	(8,9,10,10)	(7,8,8,9)
	D7	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(1,2,2,3)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(8,9,10,10)
	D8	(5,6,7,8)	(2,3,4,5)	(4,5,5,6)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(8,9,10,10)

	D9	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(0,0,1,2)	(5,6,7,8)	(8,9,10,10)	(7,8,8,9)	(8,9,10,10)	(7,8,8,9)
	D10	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(1,2,2,3)	(1,2,2,3)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(8,9,10,10)
T17	D1	(0,0,1,2)	(4,5,5,6)	(8,9,10,10)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)
	D2	(1,2,2,3)	(2,3,4,5)	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(8,9,10,10)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(2,3,4,5)
	D3	(2,3,4,5)	(1,2,2,3)	(8,9,10,10)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)
	D4	(2,3,4,5)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(4,5,5,6)	(8,9,10,10)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)
	D5	(0,0,1,2)	(2,3,4,5)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(7,8,8,9)	(2,3,4,5)	(4,5,5,6)	(2,3,4,5)
	D6	(1,2,2,3)	(5,6,7,8)	(8,9,10,10)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(1,2,2,3)	(5,6,7,8)	(2,3,4,5)
	D7	(2,3,4,5)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)
	D8	(0,0,1,2)	(5,6,7,8)	(8,9,10,10)	(4,5,5,6)	(2,3,4,5)	(2,3,4,5)	(4,5,5,6)	(2,3,4,5)
	D9	(0,0,1,2)	(2,3,4,5)	(8,9,10,10)	(7,8,8,9)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(2,3,4,5)	(1,2,2,3)
	D10	(2,3,4,5)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(4,5,5,6)	(5,6,7,8)	(5,6,7,8)	(1,2,2,3)	(5,6,7,8)

Ek 3.2. Tedarikçilerin Kesin Verileri

Tedarikçi	Fiyat (pb)	Ürün Garanti Süresi(Ay)	Dağıtım (Teslimat) (Gün)
T1	150000	24	2
T2	200000	36	49
T3	155000	36	2
T4	180000	48	60
T5	150000	24	2
T6	155000	24	1
T7	150000	36	5
T8	140000	18	3
T9	152000	48	10
T10	130000	48	3
T11	152000	24	7
T12	150000	18	10
T13	150000	24	2
T14	148000	36	1
T15	145000	18	14
T16	160000	48	7
T17	150000	24	10

## ÖZGEÇMİŞ

<b>Kişisel Bilgiler</b>	
Adı ve Soyadı	Seyedhadi ESLAMIAN SHIRAZ
Doğum Yeri ve Tarihi	Tebriz –1982
<b>Eğitim Durumu</b>	
Lisans Öğrenimi	Tebriz İslami Azad Üniversitesi Endüstri Yönetimi Bölümü
Y.Lisans Öğrenimi	Tebriz İslami Azad Üniversitesi Endüstri Yönetimi Anabilim Dalı Üretim ve Yöneylem Bilim Dalı
Bildiği Yabancı Diller	İngilizce, Farsça, Azerbaycan Türkçesi, Türkçe, Arapça
Bilimsel Faaliyetler	<p><b>Makaleler</b></p> <p>* ŞENGÜL,Ü., EREN,M., ESLAMIAN, S.H. (2012) "Bulanık AHP İle Belediyelerin Toplu Taşıma Araç Seçimi". <i>Erciyes Üniversitesi, İİBF Dergisi</i>, 40, Haziran-Aralık, 143-165</p> <p>* ŞENGÜL,Ü., ESLAMIAN, S.H., EREN,M. (2013) "Türkiye’de İstatistikî Bölge Birimleri Sınıflamasına Göre Düzey 2 Bölgelerinin Ekonomik Etkinliklerinin VZA Yöntemi ile Belirlenmesi ve Tobit Model Uygulaması ". <i>Yönetim Bilimleri Dergisi</i>, 11(21), 75-99</p> <p>* ESLAMIAN, S.H., ŞENGÜL,Ü., EREN,M. (2014) "Determination of Extended Fuzzy TOPSIS Method of Criteria Leading to Supplier Selection for Industries ". <i>Asian Social Science</i>, 10(4)</p> <p>*BAKIRCI, F., ESLAMIAN, S.H., SATTARY, A.. (2014) BIST’da Demir, Çelik Metal Ana Sanayii Sektöründe Faaliyet Gösteren İşletmelerin Finansal Performans Analizi: VZA Süper Etkinlik ve TOPSIS Uygulaması ". <i>Ege Akademik Bakış</i>, 14(1), 9-19</p> <p><b>Bildiri/Sempozyum/Kongre</b></p> <p>* ŞENGÜL,Ü., EREN,M., ESLAMIAN, S.H. “Belediyelerin Toplu Taşıma Araçları Seçiminin Bulanık AHP Yöntemi ile Belirlenmesi” 13th International Conference on Econometrics,Operations Research and Statistics,2012, Northern Cyprus</p> <p>* ESLAMIAN, S.H., SATTARY, A. “ Bulanık Çok Kriterli Karar Yöntemlerine Dayalı Stratejik Planlamada Etkin Faktörlerin Değerlendirme ve Derecelendirilmesi: Bir Uygulama” 13th International Conference on</p>

	<p>Econometrics, Operations Research and Statistics, 2012, Northern Cyprus</p> <p>* ŞENGÜL, Ü., EREN, M., ESLAMİAN, S.H. "Activities of Companies in The İstanbul Stock Exchange in Terms of Liquidity and Profitability Evaluation with Data Envelopment Analysis and Panel Data Techniques" The 4th National Conference on Data Envelopment Analysis, June 13-14, 2012, University of Mazandaran, Babolsar, Iran</p> <p>* ESLAMİAN, S.H., GHASABPOUR, Mehdi, GHASABPOUR, Musa. "Bulanık Mantık Kullanarak Projenin Risklerini Değerlendirmek (Uygulama: Tahrannın 7.Metro Hattı)" 13th International Conference on Econometrics, Operations Research and Statistics, 2012, Northern Cyprus</p> <p>* ŞENGÜL, Ü., ESLAMİAN, S.H., EREN, M. "Doğu Anadolu Bölgesindeki İllerin Ekonomik Etkinliklerinin VZA Yöntemi ile Belirlenmesi ve Tobit Model Uygulaması" Uluslararası Katılımlı Bölgesel İşbirliği ve Kalkınma Sempozyumu, 2012, Erzurum, TÜRKİYE</p> <p>* ESLAMİAN, S.H., ŞENGÜL, Ü., EREN, M. "Ranking of Countries According to Their Level of Development with the VIKOR and TOPSIS Using Entropy", the 6th International Conference of Iranian Operations Research Society, 2013. Tehran, Iran</p> <p>* EREN, M., ŞENGÜL, Ü., ESLAMİAN, S.H. "Economic Activities of Regions of Level 2 According to Statistical Regional Units Classification (NUTS) in Turkey Determining by Using Data Envelopment Analysis, and Tobit Model Application", the 6th International Conference of Iranian Operations Research Society, 2013, Tehran, Iran</p> <p>* ŞENGÜL, Ü., EREN, M., ESLAMİAN, S.H., ŞENGÜL, A.B., GEZDAR, V. "Performance Rankings of Renewable Energy Sources Potential by Fuzzy TOPSIS Techniques in Turkey", Cappadocia Series: International Conference on Rnergy Economics and Policy, 2013, Nevşehir</p>
--	--

	* ŞENGÜL,Ü., ESLAMIAN, S.H., EREN,M., GEZDAR, V., ŞENGÜL, A.B. "Türkiye’de Üretim Potansiyeli Yüksek Enerji Kaynaklarının Bulanık TOPSIS Yöntemi İle Performans Sıralaması" 17. Ulusal İktisat Sempozyumu, 2013, Erzurum, Türkiye
<b>İş Deneyimi</b>	
Projeler	
Çalıştığı Kurumlar	*University College of Nabi Akram (UCNA), Department of Management, (2007-...)
<b>İletişim</b>	
E-Posta Adresi	<a href="mailto:hadi.eslamian@atauni.edu.tr">hadi.eslamian@atauni.edu.tr</a> <a href="mailto:eslamian@ucnaac.ir">eslamian@ucnaac.ir</a>
<b>Tarih</b>	2014