

**T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BULANIK MANTIK YAKLAŞIMI İLE MOBİLYA
SEKTÖRÜNDE TEDARİKÇİ SEÇİMİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nuray BARK

Enstitü Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı : Yrd.Doç. Dr. Esra TEKEZ

Haziran 2015

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BULANIK MANTIK YAKLAŞIMI İLE MOBİLYA
SEKTÖRÜNDE TEDARİKÇİ SEÇİMİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nuray BARK

Enstitü Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez ... /... /2015 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

.....
Jüri Başkanı

.....
Üye

.....
Üye

BEYAN

Tez içindeki tüm verilerin akademik kurallar çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, görsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uygun şekilde sunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezde yer alan verilerin bu üniversite veya başka bir üniversitede herhangi bir tez çalışmasında kullanılmadığını beyan ederim.

Nuray BARK

15.05.2015

TEŞEKKÜR

Yaptığım bu çalışmanın her aşamasında bana yol gösteren, bilgi ve deneyimiyle beni aydınlatan tez danışman hocam Sayın Esra TEKEZ'e, çalışmalarım sırasında desteğini esirgemeyen eşim Erdem BARK'a, ayrıca uygulama çalışmalarım sırasında bana yardımcı olan ve tezi hazırlamamda emeği geçen Sayın firma ekibine, Sayın Burak TOPÇU'ya, Sayın Fatih KAHYA'ya, Sayın Merve KAHYA'ya teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	İ
İÇİNDEKİLER	İİ
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	V
ŞEKİLLER LİSTESİ	Vİİİ
TABLolar LİSTESİ	İX
ÖZET.....	Xİ
SUMMARY	Xİİ
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
1.1. Tezin Amacı.....	3
BÖLÜM 2.	
TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ.....	4
2.1. Tedarik Zincirinin Yapısı ve İşleyişi.....	6
2.2. Tedarik Zinciri Yönetiminin Amaçları.....	10
2.3. Tedarik Zinciri Yönetimi Süreçleri	12
BÖLÜM 3.	
TEDARİKÇİ SEÇİMİ VE TEDARİKÇİ YÖNETİMİ.....	14
3.1. Satın Alma Kavramı, Önemi ve Amacı	14
3.2. Tedarikçi Seçimi	16
3.3. Tedarikçi Seçim Süreci	17
3.4. Tedarikçi Seçim Kriterleri.....	18
3.5. Literatür Araştırması	20

BÖLÜM 4.

BULANIK MANTIK YAKLAŞIMI VE UYGULAMADA KULLANILAN TEKNİKLER..... 29

4.1. Bulanık Mantık.....	29
4.1.1. Bulanık küme teorisi.....	30
4.1.2. Bulanık sayılar.....	32
4.1.3. Bulanık matris.....	33
4.1.4. Üçgen bulanık sayılar.....	33
4.1.4.1. Üçgen bulanık sayılarda matematik işlemler.....	34
4.2. Vertex Yöntemi.....	34
4.3. TOPSIS Yöntemi.....	37
4.3.1. TOPSIS yönteminin uygulama aşamaları.....	38
4.4. Bulanık TOPSIS Yöntemi.....	41
4.4.1. Bulanık TOPSIS yönteminin uygulama aşamaları.....	42
4.5. VIKOR Yöntemi.....	46
4.5.1. VIKOR yönteminin uygulama aşamaları.....	47
4.6. Bulanık VIKOR Yöntemi.....	49
4.6.1. Bulanık VIKOR yönteminin uygulama aşamaları.....	49
4.7. PROMETHEE Yöntemi.....	52
4.7.1. PROMETHEE yönteminin hazırlık aşaması.....	53
4.7.2. PROMETHEE yöntemi algoritması.....	53
4.7.3. PROMETHEE yönteminin uygulama aşamaları.....	54
4.8. Bulanık PROMETHEE Yöntemi.....	58

BÖLÜM 5.

BULANIK ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME METODLARI İLE MOBİLYA SEKTÖRÜNDE TEDARİKÇİ SEÇİMİ..... 62

5.1. Mobilya Sektöründe Tedarikçi Seçimi Uygulaması.....	62
5.1.1. Uygulama yerinin tanıtımı.....	62
5.1.2. Uygulamanın amacı ve önemi.....	62
5.1.3. Uygulamada izlenen yaklaşımlar.....	63
5.2. Mobilya Firmasında Tedarikçi Seçiminde Bulanık TOPSIS Yönteminin Uygulanması.....	67

5.3. Mobilya Firmasında Tedarikçi Seçiminde Bulanık VIKOR Yönteminin Uygulanması.....	73
5.4. Mobilya Firmasında Tedarikçi Seçiminde Bulanık PROMETHEE Yönteminin Uygulanması.....	77
BÖLÜM 6.	
SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	84
KAYNAKLAR	87
ÖZGEÇMİŞ	96

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

Δ	: Delta parametresi
$\mu_{\tilde{A}}(x)$: Üyelik fonksiyonu
A	: Alternatif
a'	: Q değerine göre sıralamada en iyi alternatif
\tilde{A}	: Üçgen bulanık sayı
a''	: Q değerine göre sıralamada ikinci en iyi alternatif
A^*	: Bulanık pozitif ideal çözüm
A^-	: Bulanık negatif ideal çözüm
	arasında gözlenen sapma
\tilde{B}	: Üçgen bulanık sayı
BÇKKV	: Bulanık çok kriterli karar verme
BTOPSIS	: Bulanık TOPSIS
BVIKOR	: Bulanık VIKOR
\tilde{C}	: Üçgen bulanık sayı
cc_i	: Yakınlık katsayısı
ÇAKV	: Çok amaçlı karar verme
ÇKKV	: Çok kriterli karar verme
ÇNKV	: Çok nitelikli karar verme
\tilde{D}	: Bulanık karar verme matris
d	: İki alternatifin bir kriter temelinde sahip olduğu değerler
d(.,.)	: İki bulanık sayı arası uzaklık
	değeri
d_i^*	: Bulanık pozitif ideal çözüme olan uzaklık
d_i^-	: Bulanık negatif ideal çözüme olan uzaklık
F*	: İdeal çözüm
f_i^*	: Kriter için en iyi fayda değeri

\bar{f}_i	: Kriter için en kötü fayda değeri
F^c	: Uzlaşık çözüm
$f_j(a)$: a alternatifinin j. kriter temelinde sahip olduğu değerlendirme
FNIS	: Bulanık negatif ideal çözüm
FPIS	: Bulanık pozitif ideal çözüm
FPROMETHHEE	: Bulanık PROMETHHEE
FST	: Fuzzy Set Theory (Bulanık Küme Teorisi)
J	: Alternatif sayısı
K	: Karar verici
l	: Bir üçgensel bulanık sayının üst sınırı
L_p	: Toplama fonksiyonu
L_{pj}	: Alternatiflerin ideal çözüme olan uzaklığı
m	: Bir üçgensel bulanık sayının en mümkün değeri
\tilde{m}	: Bulanık sayı
MCDM	: Multi-Criteria Decision Making (Çok Kriterli Karar Verme)
$\min_j R_j$: Minimum kişisel pişmanlık
$\min_j S_j$: Maksimum grup faydası
n	: Bir üçgensel bulanık sayının alt değeri
\tilde{n}	: Bulanık sayı
N	: Karar verici sayısı
\tilde{n}^α	: n bulanık sayısının α kesimi
p, s, r, σ	: Tercih fonksiyonu parametreleri (Tercih eşik değeri)
P_j	: j kriterinin sahip olduğu tercih fonksiyonu
PROMETHHEE	: Çok ölçütlü değerlendirmeler için tercihli sıralama yöntemi
q, p, m, q	: Tercih fonksiyonu parametreleri (Tercih eşik değeri)
\tilde{R}	: Normalize edilmiş bulanık karar matrisi
r	: Reel sayı
R_j	: Alternatif için en kötü sonuç
S_j	: Alternatif için ortalama sonucu
TOPSIS	: İdeal çözüme benzerlik bakımından sıralama tercihi Tekniği
TY	: Tedarikçi yönetimi
TZÜ	: Tam zamanında üretim
TZY	: Tedarik zinciri yönetimi

\tilde{V}	: Ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisi
v	: Maksimum grup faydası
VIKOR	: Çok kriterli optimizasyon ve uzlaşık çözüm
\tilde{w}_j	: j. kriterin önem ağırlığı
X	: Evrensel küme
\tilde{x}_{ij}	: j. kriter için i. alternatif değeri
π	: Tercih indeksi
ϕ^-	: Negatif üstünlük
ϕ^+	: Pozitif üstünlük
ϕ^{net}	: Tam öncelik

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Tedarik zinciri işlemlerinin dört kategorisi	7
Şekil 2.2. Tedarik zincirinde akışlar	8
Şekil 4.1. Bulanık Üçgen Sayısı (l, m, u)	33
Şekil 4.2. Üç üçgen bulanık sayı.	36
Şekil 4.3. İki boyutlu uzayda pozitif-ideal ve negatif ideal çözümler kümesi	38
Şekil 4.4. Tercih fonksiyonları	55
Şekil 4.5. Ortak tercih fonksiyonlarının şematik gösterimi	56
Şekil 4.6. Alternatif a için hesaplanan pozitif ve negatif üstünlük	57
Şekil 5.1. Karar probleminin hiyerarşik yapısı	66
Şekil 5.2. Bulanık PROMETHEE I kısmi sıralaması	83
Şekil 5.3. Bulanık PROMETHEE II tam sıralaması	83

TABLolar LİSTESİ

Tablo 4.1. Kriterlerin önem ağırlığını belirlemede kullanılan dilsel ifadeler	43
Tablo 4.2. Alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılan dilsel ifadeler	43
Tablo 4.3. Veri matrisin gösterimi	54
Tablo 5.1. Firmanın ürünleri ve üretim miktarları	63
Tablo 5.1. Firmanın ürünleri ve üretim miktarları. (Devamı).....	64
Tablo 5.2. LKM malzemesine ait ana malzeme grupları	65
Tablo 5.3. Kriterlerin önem ağırlığını belirlemede kullanılan dilsel ifadeler	67
Tablo 5.4. Alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılan dilsel ifadeler	67
Tablo 5.5. Kriter ağırlıklarının karar vericiler tarafından değerlendirilmesi	67
Tablo 5.6. Kriter ağırlıklarının bulanık sayılarla gösterilmesi	68
Tablo 5.7. Kriter ağırlıklarının bulanık sayılarla gösterilmesi	68
Tablo 5.8. Tedarikçilerin kriterlere göre karar vericiler tarafından değerlendirilmesi	68
Tablo 5.8. Tedarikçilerin kriterlere göre karar vericiler tarafından değerlendirilmesi. (Devamı).....	69
Tablo 5.9. Tedarikçilerin kriterlere göre karar vericiler tarafından değerlendirilmesinin bulanık sayılarla gösterilmesi.....	69
Tablo 5.9. Tedarikçilerin kriterlere göre karar vericiler tarafından değerlendirilmesinin bulanık sayılarla gösterilmesi. (Devamı).....	70
Tablo 5.10. Bulanık karar matrisi	70
Tablo 5.10. Bulanık karar matrisi. (Devamı)	71
Tablo 5.11. Normalize edilmiş bulanık karar matrisi	71
Tablo 5.12. Ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisi.....	71
Tablo 5.13. FPIS ve FNIS' den olan uzaklıklar	72
Tablo 5.14. Yakınlık Katsayıları	72
Tablo 5.15. Kriter ağırlıklarının bulanık sayılarla gösterilmesi	73
Tablo 5.16. Ağırlıklandırılmış bulanık karar matrisi	73

Tablo 5.16. Ağırlıklandırılmış bulanık karar matrisi. (Devamı).....	74
Tablo 5.17. Her bir kriter için hesaplanan en iyi f^*_i ve en kötü f^-_i değerleri	74
Tablo 5.18. S_i değerleri	74
Tablo 5.19. R_i değerleri	74
Tablo 5.19. R_i değerleri. (Devamı)	75
Tablo 5.20. Q_i değerleri	75
Tablo 5.21. S , R ve Q değerlerinin küçükten büyüğe göre sıralaması.....	75
Tablo 5.22. Tedarikçilerin S , R , Q' ya göre sıralanması.....	76
Tablo 5.23. Alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılan dilsel ifadeler	78
Tablo 5.24. Kriter ağırlıklarının bulanık sayılarla gösterilmesi.....	78
Tablo 5.25. Tedarikçilerin kriterlere göre karar vericiler tarafından değerlendirilmesinin bulanık sayılarla gösterilmesi.....	78
Tablo 5.25. Tedarikçilerin kriterlere göre karar vericiler tarafından değerlendirilmesinin bulanık sayılarla gösterilmesi. (Devamı).....	79
Tablo 5.26. Bulanık sayılar ile oluşturulan değerlendirme matrisi	79
Tablo 5.26. Bulanık sayılar ile oluşturulan değerlendirme matrisi. (Devamı).....	80
Tablo 5.27. Ağırlıklandırılmamış karşılaştırma matrisi.....	80
Tablo 5.27. Ağırlıklandırılmamış karşılaştırma matrisi. (Devamı).....	81
Tablo 5.28. Ağırlıklandırılmış karşılaştırma matrisi	81
Tablo 5.28. Ağırlıklandırılmış karşılaştırma matrisi. (Devamı).....	82
Tablo 5.29. Alternatiflerin Φ^+ ve Φ^- değerleri.....	82
Tablo 5.30. Alternatiflerin Φ^{net} değerleri.....	83

ÖZET

Anahtar kelimeler: Tedarik Zinciri Yönetimi, Tedarikçi Seçimi, Bulanık TOPSIS, Bulanık VIKOR, Bulanık PROMETHEE

Tedarik zinciri yönetiminin önemli bir halkasını oluşturan tedarikçi seçimi, işletmelerin aldığı stratejik kararlardan biridir. Tedarikçi seçimi bir çok faktörü göz önüne almayı gerektiren çok aşamalı ve zor bir karar problemidir.

Bu çalışmada, bir mobilya firması için tedarikçi seçme uygulaması yapılmıştır. Uygulamanın amacı, işletmeye tedarikçi seçim problemi için alternatif bir çözüm yaklaşımı önermektir. Bu uygulamada Bulanık TOPSIS, Bulanık VIKOR, Bulanık PROMETHEE teknikleri kullanılarak çok kriterli karar verme yaklaşımlarına dayalı tedarikçi seçimi yapılmıştır.

SUPPLIER SELECTION APPLICATION BY FUZZY LOGIC APPROACH IN FURNITURE INDUSTRY

SUMMARY

Keywords: Supplier Chain Management, Supplier Selection, Fuzzy TOPSIS, Fuzzy VIKOR, Fuzzy PROMETHEE

Supplier selection, an important link in the supply chain management businesses is one of the strategic decisions taken. Supplier selection is a factor that requires consideration in the decision to send a very gradual and difficult problem.

In this study, for a furniture company that has made the application for the selection of suppliers. The aim of the application is to propose an alternative solution approach to business to supplier selection problem. This practice, fuzzy TOPSIS, fuzzy VIKOR, fuzzy PROMETHEE based on multi-criteria decision approach using techniques vendor selection is made.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Tedarik Zinciri Yönetimi (TZY) günümüz iş dünyasının ayrılmaz bir parçası olmuştur. Bu zincir, malzeme ve bilginin; tedarikçiler, üreticiler, toptancılar, dağıtımıcılar, perakendeciler ve nihai olarak da tüketiciler arasındaki hareketliliği işaret etmektedir. TZY ile işletmeler, kendilerine girdi temin eden, aynı zamanda son tüketiciye ürünleri ulaştıran ve satış sonrası hizmetleri veren yani ürün için değer yaratan tüm işletmelerin yer aldığı ağın tamamının yönetiminde söz sahibi olmaktadır [1].

Küreselleşmenin etkisiyle artan rekabet koşullarına ayak uydurmaya çalışan işletmeler, Pazar paylarını artırmaya çalışırken, bir yandan da maliyetlerini düşürmeyi hedeflemektedirler. İşletmeler az sayıda tedarikçi veya tek bir ana tedarikçi ile uzun süreli iş ilişkisi kurarak maliyetlerini azaltma yoluna gitmektedirler [2]. Tedarik maliyetinin, son ürün maliyetinin büyük bir kısmını oluşturduğu düşünüldüğünde ise tedarikçi seçiminin işletmeler açısından son derece önemli olduğu görülmektedir.

Doğru tedarikçilerin seçimi, firmaların başarıya ulaşmalarında önemli bir etmendir. En iyi tedarikçi ya da tedarikçilerin seçilmesinde, tedarikçilerin güçlü ve zayıf yönleri göz önünde bulundurulmalıdır. Genel olarak uygun tedarikçinin belirlenmesinde, dikkate alınması gereken birçok nitel ve nicel kriterler bulunmaktadır. Tedarikçi seçiminde birden fazla kriterin göz önünde bulundurulması, seçimi daha da zorlaştırmaktadır [3]. Bu nedenle, tedarikçi seçimi gibi kritik kararlar verirken, karar vericilerin güvenilir değerlendirme süreçlerine ihtiyaçları ortaya çıkmaktadır.

Mevcut alternatifler arasından en uygun olanı belirlemek, karar vericileri zor durumda bırakan konulardan bir tanesidir.

Karar verme işlevini zorlaştıran ve karar vermeye sistematik bir yaklaşım gerektiren birçok etken vardır. Bunlardan en önemlisi karara etki eden birçok kriterin bulunmasıdır. Kararların zorluğu, alternatif çözümlerin sayısından çok, karar kriterlerinin sayısı ile orantılıdır. Karar verme sürecinde birden fazla kriterin dikkate alınma zorunluluğu ile bugün hemen her karar probleminde karşılaşılmaktadır.

Karar vericilerin çoğunlukla birden fazla, genellikle birbirleri ile çelişen kriterleri içeren kararlar vermek zorundadırlar. Tek bir alternatifin tüm bu kriterlerde en iyi olması beklenmemektedir. Bu gibi kararlarda, her alternatifin bu kriterleri ne oranda karşıladığının değerlendirilmesi önem kazanmaktadır. Birden fazla faktörün etkisiyle birden fazla uygun alternatifin bulunması, en uygun alternatifin belirlenmesinde bir zorluk oluşturmakta ve bundan dolayı tedarikçi seçimi problemi tipik olarak bilinen çok kriterli seçim problemlerinden biridir.

Bu problemlerin çözülmesinde; uygun kriterlerin belirlenmesi, etkileşimlerin net olarak ifade edilmesi, karşılaştırmaların tutarlı şekilde yapılması oldukça önemlidir. İşletmeler için doğru tercihlerin belirlenebilmesi adına, tedarikçi seçiminde bilimsel metotların kullanılması gereklidir. Aksi takdirde belirlenmiş amaçlar için uygun olmayan özelliklerde tedarikçiler seçilebilir [3].

Geleneksel yöntemler bu seçim sürecinde, gerçekçi bir çözüm üretememektedir. Ancak çok kriterli karar verme yöntemleri (MCDM - Multi-Criteria Decision Making) çözümü oldukça kolaylaştırmakta ve karar vericilerin doğru kararlar vermelerine olanak sağlamaktadırlar.

Bu yöntemler, ölçülebilen ve ölçülemeyen birçok stratejik ve operasyonel faktörü aynı anda değerlendirme imkanı sağlayan, aynı zamanda karar verme sürecine çok sayıda kişiyi dahil edebilen analitik yöntemlerdir. Karar verme aşamalarında bu yöntemlerin kullanılması yöneticilere alternatifleri değerlendirmede yardımcı olmakta ve işletme kaynaklarının daha verimli kullanılmasını sağlamaktadır [3].

Çalışmanın ilk bölümünde giriş ve tezin amacı hakkında bilgi verilmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde tedarikçi zinciri ve tedarik zinciri yönetimi tanımı, işleyişi amaçları, süreçleri, avantaj ve dezavantajları hakkında bilgi verilmiştir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde tedarikçi seçimi, tedarikçi seçim süreci ve kriterleri anlatılmış ve bu konuda detaylı bir literatür araştırması yapılmıştır.

Çalışmanın dördüncü bölümünde bulanık mantık anlatılmıştır ve uygulamada kullanılacak yöntemler olan bulanık TOPSIS, bulanık VIKOR, bulanık PROMETHEE yöntemleri detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

Çalışmanın beşinci bölümünde uygulamanın gerçekleştirildiği firma hakkında genel bilgi verilmiştir. Ayrıca çalışmada kullanılan bulanık TOPSIS, bulanık VIKOR, bulanık PROMETHEE yöntemlerinin uygulamasına yer verilerek uygulama sonucunda elde edilen bulgular sunulmuştur.

Çalışmanın son bölümünde ise en uygun tedarikçi seçimine ait elde edilen sonuçlar ve değerlendirmeler üzerine tartışılarak, yöntemlerin sonuçları açıklanmıştır.

1.1. Tezin Amacı

Bu çalışmada, çok amaçlı karar verme yöntemlerinden olan TOPSIS, VIKOR ve PPOMETHEE yöntemleri açıklanmaya çalışılmış ve bu yöntemlerin incelenmesinde ideal sonuca varmak için geliştirilen bulanık yaklaşım kullanılmıştır. Uygulama olarak, Türkiye'deki bir mobilya firmasındaki tedarikçi seçimi ele alınmıştır. Karar verici uzmanlar tarafından, belirlenen tedarikçiler ve kriterler dilsel ifadeler kullanılarak önem derecelerine göre değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeler daha sonra bulanık TOPSIS, bulanık VIKOR ve bulanık PROMETHEE yöntemleriyle sayısal olarak analiz edilmiştir ve her bir yöntemde elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak sunulmuştur.

BÖLÜM 2. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ

Endüstrileşmenin ilk yıllarında işletmeler ihtiyaç duydukları ürünlerin bileşenlerini de kendileri üretmekteydiler. Zamanla bu durum işletmelere maliyetli olmaya başlayınca, ürünü oluşturan bileşenleri yan sanayiye ürettirerek tedarik yoluna gidilmiş, böylece tedarik zincirleri kurulmaya başlanmıştır. Bunun sebebi, endüstriyel kuruluşların rekabet edebilmek için daha karmaşık proseslere ihtiyaç duyması, parça adetlerinin artması ve bunların gerçekleştirilmesi için yeni tedarikçilerle çalışmak durumunda kalmasıdır [4].

Tedarik zincirine ilişkin literatürde pek çok tanım bulunmaktadır. Bu tanımlardan bazıları şunlardır:

“Tedarik zinciri” kavramını ilk kullanan kişi Houlihan (1985)’in tanımına göre tedarik zinciri; tedarikçiler, üreticiler, dağıtıcılar/depolar, perakendeciler ve müşterilerden oluşan ve fiziksel malzemelerin aşağı doğru, bilginin ise iki yönde aktığı bir sistemdir [5].

Tedarik Zinciri Konseyi’ne göre tedarik zinciri; son ürünün üretilmesi ve dağıtımını (tedarikçinin tedarikçisinden müşterinin müşterisine kadar) ile ilgili bütün çabaları kapsar. Lummus ve Vokurka (1993)’ya göre bu çabalar; plan (tedarik ve talebin yönetimi), kaynak (hammadde ve yarı mamullerin temini), üretim (imalat ve montaj), teslim (depolama ve stok takibi, sipariş alımı ve yönetimi, bütün kanal boyunca dağıtım ve müşteriye teslim) olmak üzere dört temel süreçten oluşur.

Quinn (1997) ise konseyin tanımına benzer bir tanımlama yapmış, buna ilave olarak tüm bu faaliyetlerin sürdürülebilmesi için gerekli olan bilgi sistemlerini de tedarik zincirine dahil etmiştir [6].

Mal hareketi ile başlayıp son tüketim noktasına kadar tüm faaliyetleri içeren tedarik zinciri, müşteri beklentilerini karşılamak amacıyla, malzeme ve bilgi akışının kontrol edilmesi, yönetilmesi ve geliştirilmesinde birbirine bağlı ve işbirliği içinde çalışan organizasyonlar ağıdır [7].

Tedarik zinciri, nihai ürünün müşteriye en düşük maliyetle ve en kısa sürede ulaştırılması sürecinde ürüne değer katan bütün işlemleri kapsar [8].

İş süreçleri açısından bakıldığında tedarik zinciri; satış süreci, üretim, envanter yönetimi, malzeme temini, dağıtım, tedarik, satış tahmini ve müşteri hizmetleri gibi pek çok alanı içine almaktadır [9].

Hiçbir işletme ya da iş birimi kendi ürünlerinin üretiminde ve dağıtımında tek başına tam bir denetime sahip değildir. Ürün sunum sürecinde yer alan diğer işletmelerin katılımı ve farklı taraflar arasındaki etkileşimler büyük önem taşır. Bir ürünün sorumluluğu ve rekabet edebilirliği yalnızca bir işletmeye değil, bir bütün olarak o ürüne ait tedarik zincirine bağlıdır. İşletmeler yasal olarak birbirlerinden bağımsız olsalar da, ekonomik olarak birbirine bağımlıdırlar [10].

Tedarik zinciri iki temelden oluşur:

1. Üretim Planlaması ve Stok Kontrol Prosesi
2. Dağıtım ve Lojistik Prosesi

Üretim Planlaması ve Stok Kontrol Prosesi, üretim ve depolama alt proseslerinden oluşur. Üretim planlaması, imalat süreci (hammadde çizelgeleme, imalat proses tasarımı ve çizelgeleme, elde bulunan malzemenin tasarımı ve kontrolü) girdilerinin yönetimi ve tasarımının planlamasını ifade eder.

Stok kontrolü ise, hammaddeleri, imalat içi ara envanterleri ve genellikle nihai ürünler için depolama politikaları ile prosedürlerin yönetimini ve tasarımını ifade eder.

Dağıtım ve Lojistik Prosesi, ürünlerin depolardan perakendecilere nasıl ulaştırılacağını belirler. Bu ürünler perakendecilere direkt ulaştırılabilir veya dağıtım tesisleri aracılığıyla gönderilebilir. İlgili proses, stoklama, nakliye ve nihai ürün teslimatının yönetimini içerir [11].

2.1. Tedarik Zincirinin Yapısı ve İşleyişi

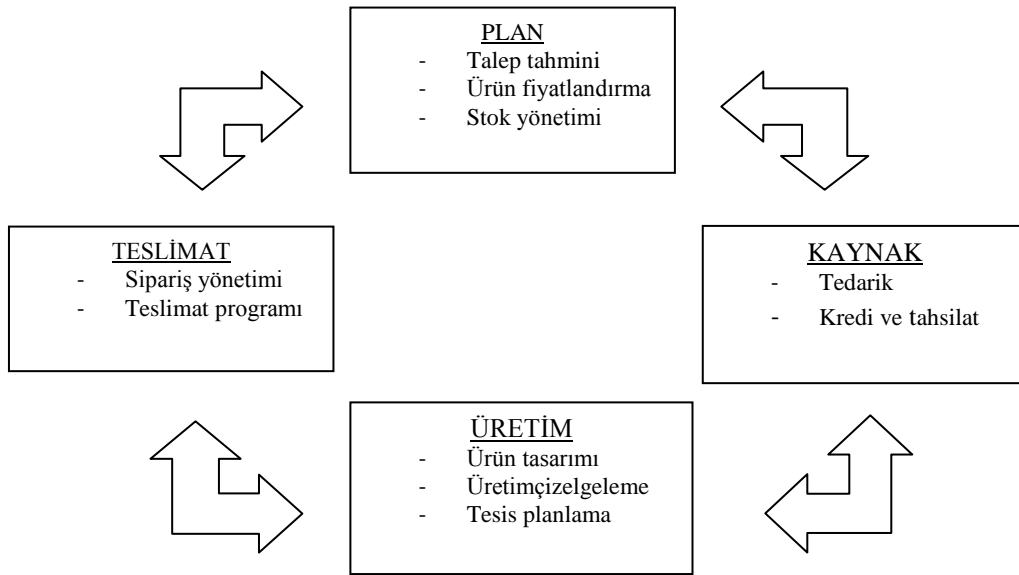
Tedarik zincirinin yapısı, şirketlerden şirketlere ve endüstriden endüstriye büyük değişiklikler gösterse de, hem hizmet hem de üretim organizasyonlarında görülebilir. Tedarik zinciri mal hareketiyle ilgili başlangıçtan son tüketim noktasına kadar olan tüm faaliyetlerdir.

Müşteri beklentilerini karşılamaya yönelik gerçekleştirilen olaylar dizisidir. Tedarikçilerden kullanıcılara, malzeme ve bilgi akışının kontrol edilmesi, yönetilmesi ve geliştirilmesinde ortak ve işbirliği içinde çalışan, birbiriyle ilgili ve birbirine bağlı organizasyonlar ağıdır [12].

Tedarik zinciri satılacak mal için gerekli satın alma ve elde etme ile başlar. Ardından, satışların desteklenmesi amacıyla envanter yönetimi ve depo yönetimine yönelir. Ürünlerin müşterilere teslimatıyla son bulur.

Tedarik zincirinde malzemeler hammadde kaynaklarından, bu hammaddeleri yarı mamullere dönüştüren bir üretim seviyesine geçer. Bu yarı mamuller daha sonra tamamlanmış ürünleri meydana getirmek üzere bir sonraki seviyede birleştirilecektir. Elde edilen ürünler dağıtım merkezlerine ve buralardan da satıcılar ve müşterilere aktarılır [13].

Kısacası tedarik zinciri işlemleri Şekil 2.1.'de görülen dört ana kategoriye göre gerçekleşir.



Şekil 2.1. Tedarik zinciri işlemlerinin dört kategorisi [14].

Tedarik zincirinin amacı, oluşturulan toplam değeri maksimize etmektir. Birçok tedarik zinciri için, “oluşturulan değer” kavramı, tedarik zincirinin kârlılığıyla büyük ölçüde ilişkilidir. Bir tedarik zincirinin kârlılığı, müşteriden elde edilen gelir ile tedarik zinciri boyunca katlanılan toplam maliyetin farkıdır. Tedarik zincirinin kârlılığı, tedarik zincirinin elemanları arasında paylaşılacak toplam kârı temsil eder. Bir tedarik zincirinin başarısı ise, zinciri oluşturan işletmelerin bireysel kârlarıyla değil, tedarik zincirinin kârlılığıyla ölçülmelidir [16].

Bir işletmenin tedarik zinciri alanında başarılı olabilmesi için tüm çalışanların işletmenin tüm faaliyetlerini birbirlerinden bağımsız, düzensiz aktiviteler yerine, tedarik zincirinin birbirleri ile etkileşen faaliyetleri olarak görmesi gerekir. Tedarik zincirinin başarısı için gerekli dört öge aşağıdaki şekilde sıralanabilir [17].

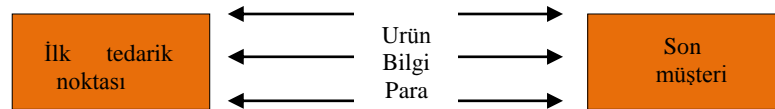
İnsan Kaynakları: TZY'nin belli bir departmanının olmadığı işletmelerde, çalışanların belirli yeteneklere ve eğitime sahip olmalarının önemi daha da artmaktadır. İşletmeye tedarik zinciri yönetiminde en çok faydayı sağlayacak çalışanlar, işlemlerin detaylarına olduğu kadar, bütün işlem ve karar mekanizmasının akışına da hakim olanlardır.

Organizasyon Dizaynı: Organizasyon dizaynı tedarik zinciri hedeflerinin desteklenmesi için gerekli temeli hazırlar. Karar alma mekanizmaları; iletişim, iş bölümü, koordinasyon, kontrol ve sorumluluk gibi temel organizasyon fonksiyonları, planlanan tedarik zinciri hedeflerine ulaşabilmek için gerekli çalışma ve operasyon ortamını destekleyecek şekilde dizayn edilip uygulamaya konulmalıdır.

Bilgi İşlem Sistemleri: İşletme bilgi işlem sistemlerince sağlanabilecek kesintisiz bilgi akışı ve ihtiyaç duyulan verilerin ulaşılabilirliği, bu verilere dayanarak daha etkin kararların verilmesinde kullanılabileceğinden, işletme bilgi sistemlerinin tedarik zincirinin başarısında büyük önemi vardır. Tedarik zinciri planlamasında ve yönetilmesinde bilgi işlem sistemleri birçok basamağın otomasyonunu sağlar.

Performans Ölçüm Metotları: Tedarik zinciri yönetiminin başarısı ile ölçüm ve metot ilişkisini gören ve buna dayanarak düzenli olarak veri toplayan işletmelerin sayısı oldukça sınırlıdır. Tedarik zincirinde tarafsız ve disiplinli bir şekilde uygulanan ölçüm metotlarının kullanılmasının temel faydası, gerçeklere dayalı karar verme mekanizmalarının etkin bir şekilde kullanılabilmesidir. Bu sayede toplam kalite yönetimi yaklaşımlarından en etkin sonuçları alabilmek mümkün olur.

Bir tedarik zincirinin başarısı ile tedarik zinciri akışlarının tasarımı ve yönetimi arasında yakın bir ilişki vardır. Tedarik zincirinde üç tür akıştan bahsedebiliriz. Bunlar; ürün akışı, bilgi akışı ve finansal akıştır. Tedarik zincirinin etkinliği, bu akışların işletmeler arasında iyi bir şekilde koordine edilmesine bağlıdır. Şekil 2.2.'de tedarik zincirindeki akış yönleri gösterilmektedir.



Şekil 2.2. Tedarik zincirinde akışlar [16].

Ürün akışı, hammaddenin son müşteriye ulaştırılmadan önce ürün ve hizmetlere eklenen değeri ifade eder. Ürün değeri son müşterinin beklentileri ve talepleri doğrultusunda fiziksel modifikasyon, paketleme, pazar imkanları, gümrükleme, hizmet desteği ve benzer faaliyetlere bağlı olarak artar. Her ne kadar bu süreç kaynak üssünden son müşteriye doğru bir akışı içerse de geri çağırma, bozulma veya arıza yapma ve son olarak da geri dönüşüm maksadıyla yapılabilecek tersine lojistik faaliyetleri de dikkate alınmalıdır [18].

Ürün akışının olduğu yerde mülkiyet değişimi de söz konusu olmaktadır. Başka bir ifadeyle; ürünlerin fiziksel olarak yer değiştirmesini mülkiyet değişimi izler [19].

Bilgi akışı, tedarik zinciri tarafları arasında stratejik planların, envanter durumunun, işle ilgili bilgilerin iki yönlü akışını ifade eder.

Bu boyutun tipik örnekleri gelecek tahminleri, ilerleme planları, satın alma emirleri, sıra düzen belirlenmesi, taşıma ve envanter bilgileri, faturalama, ödeme ve stokları tazeleme verilebilir.

Bilgi değişimi malzeme akışını başlatır, kontrol eder ve kaydeder. Önceleri tamamen kağıt üzerinde yapılan bilgi akışı şimdi EDI (Elektronik Veri Değişimi) veya web bazlı sistemlerle yapılmaktadır [18].

Tedarik zincirindeki her işletmenin amacı, en yeni bilgiyi zincirdeki diğer işletmelere iletmek, doğru ve anlaşılır bilgi paylaşımı sağlayarak belirsizlikleri ortadan kaldırmak ve bu şekilde mükemmel bir arz ve talep dengesi oluşturmaktır.

Zincire bağlı üyeler arasında bilgi akışının kontrol edilmesi, etkin bir şekilde yönetilmesi ve geliştirilmesiyle organizasyonların stok seviyeleri ve maliyetleri azalacak, daha kısa sipariş karşılama süreleriyle müşteri memnuniyeti artacaktır.

Finansal akış ise kredi bilgileri, ödeme çizelgeleri, konsinye ve patent hakkı gibi düzenlemeleri kapsayan, müşteriden tedarikçiye doğru hareket eden akıştır [20].

Ancak servis ve ürün pazarlama maliyetleri nedeniyle bu norm değişebilir. Nakit akışı hızı değer faydası tedarik zinciri performansı için kritik önem taşır [18].

2.2. Tedarik Zinciri Yönetiminin Amaçları

Literatür incelendiğinde tedarik zinciri gibi tedarik zinciri yönetimi için de birçok tanıma rastlanmaktadır. Bunlardan bazıları şu şekildedir:

Tedarik zinciri yönetimi, son müşterilerin gereksinimlerini karşılamak için tedarik zinciri süreçlerinin tasarım, bakım ve işleyişidir [14].

Tedarik zinciri yönetimi, toplam maliyetin asgariye indirilmesi için üretici ve tedarikçi arasında yapılan çalışmaların bütünüdür. İşletmeler, yüksek rekabet ortamında değişen müşteri taleplerini karşılayabilmek için esnek bir üretim gerçekleştirmek ve üretimden müşteriye kadar uzanan tedarik zincirini etkin bir şekilde yönetmek zorundadır [21].

Kısaca Tedarik Zinciri Yönetimi, hammadde temininden üretime ve dağıtımla son müşteriye kadar bir malın ulaşabilmesi için bir değer zincirinde yer alan tedarikçi, üretici, dağıtıcı, perakendeci ve müşteriler arasında malzeme/ürün, para ve bilginin yönetimidir [22].

Birden fazla işletmeyi kapsayan TZY yapısı, tek bir işletme gibi davranarak kaynakların (süreç, insan, teknoloji ve performans ölçümleri) ortak kullanımı sayesinde bir sinerji yaratmayı hedeflemektedir [23].

Burada amaç, işletmenin imalat kapasitesinin artırılması, pazardaki değişimlere karşı duyarlılığın geliştirilmesi ve tüketici ile tedarik işlerini üstlenenler arasında ilişkilerin iyileştirilmesi yoluyla işletmenin çalışmasının ileriye götürülmesi, dolayısıyla da yüksek kaliteli ürün veya hizmetin, en düşük maliyetle, hızlı ve güvenilir bir şekilde teslimidir [24].

TZY'nin en üst amacı müşteri talebini en verimli şekilde karşılamaktır [25]. Yüksek düzeyde müşteri hizmetleri ise rekabetin geliştirilmesi ve rekabet üstünlüğü için başlıca koşuldur [26].

Tedarik zincirinde rekabetçiliğin geliştirilmesi temel olarak, işletmelerin entegrasyonuna, malzeme, bilgi ve para akışının zincir boyunca koordine edilmesine bağlıdır [27].

TZY'nin ikinci amacı, tüm işletme sistemi dahilinde verim ve maliyet etkinliğinin sağlanmasıdır: hammadde ve diğer satın alma maliyetleri, tesis yatırım maliyetleri, satın alınan malın ve nihai ürünün taşıma maliyetleri, doğrudan ve dolaylı üretim maliyetleri, doğrudan ve dolaylı dağıtım merkezi maliyetleri, stok bulundurma maliyeti ile iç yatırım ve taşıma maliyetlerinin minimize edilmesini kapsar [28]. Asıl amaç sadece taşıma ya da stok maliyetlerini azaltmak değil, tedarik zinciri yönetimine sistem yaklaşımını uygulamaktır [29]. Bu sistem yaklaşımı işletme gereksinimlerine en iyi şekilde cevap verecek bir çerçeve oluşturur. Aksi takdirde unsurlar birbirleri ile çelişki içerisinde kalacaklardır [30].

TZY'nin diğer önemli amaçları ise şu şekilde sıralanabilir:

1. Karlılığın artırılması
2. Çevrim zamanının azaltılması
3. Rekabet gücünün artırılması
4. Müşteri hizmet performansının artırılması
5. Ürün hatalarının azaltılması
6. Pazar payının artırılması

Bu amaçları gerçekleştirebilmek için tedarik zincirini oluşturan işletmelerin tek bir işletme gibi faaliyet gösterecek şekilde entegre olmaları ve zincir boyunca bilgi paylaşımında işbirliği içinde olmaları gerekmektedir.

2.3. Tedarik Zinciri Yönetimi Süreçleri

Literatürde tedarik zinciri yönetimini oluşturan süreçlerin geniş biçimde tanımına her yerde rastlamak mümkün olmasa da Global Tedarik Zinciri Forumu (The Global Supply Chain Forum) üyelerinin tanımladığı sekiz süreç genel kabul görmüştür. Bu süreçler aşağıdaki gibidir:

1. Müşteri İlişkileri Yönetimi
2. Müşteri Hizmet Yönetimi
3. Talep Yönetimi
4. Sipariş İşleme
5. İmalat Akış Yönetimi
6. Tedarikçi ilişki yönetimi
7. Ürün Geliştirme ve Ticarileştirme
8. İade yönetimi

Forumun yapmış olduğu bu sınıflamada satın alma süreci tedarikçilerle olan ilişkilerle ilgili olduğundan bu sürece Tedarikçi İlişki Yönetimi adı verilmektedir. Ayrıca iadeler yerine iade yönetimi denilmesi de uygun görülmüştür [22].

Başlangıç noktası tüketici, uç noktası ise hammadde tedarikçileri olan bir yığın işletme yerine bunların tamamını ifade eden tek bir firma görünümündeki tedarik zinciri; şirketlerin iç çalışmalarını en uygun ve basit bir şekle getirmekle kalmayıp, aynı zamanda tüm tedarik zincirinin çalışmasını incelemekte ve çalışmalarını iyileştirmek suretiyle de şirketlerin tüketiciye karşı yapmaları gerekenleri en uygun duruma getirme imkanlarını da sağlamaktadır [31].

Tedarik zinciri yönetimi; fiyat, kalite ve teknoloji gibi çıktıların geliştirilmesini ve uygulamaların uyumlu, bütünleşmiş ve yüksek performanslı olmalarını sağlamaktadır.

Tedarik zinciri yönetimi uygulamaları; çok yönlü ve çok kullanışlı gelişim aktivitesi için temel oluşturur.

Uyumlu strateji, haberleşme liderliği ve iş süreci yönetimini geliştirirler. Müşteri/tedarikçi yoğunlaşmasını sağlar ve sanayinin vizyonunu ve araştırmasını en iyi uygulamalar içinde birleştirir.

Dolayısıyla tedarik zinciri yönetiminin beklenen yararları hammadde kaynaklarından son tüketiciye kadar bütün alanlarda ortaya çıkmaktadır. Tedarik zinciri yönetiminin gerçek etki derecesi; tedarik zincirinde yarattığı görüş yeteneğindedir [32].

Üretim firmalarının tamamı tedarik zinciri yönetim sistemlerine sahiptir. Ancak bunlardan birçoğu geliştirilmemiş, karmaşık veya kontrol edilmez durumdadır. Benzer şekilde bazı firmalarda tam bütünleşme ve birleşik fonksiyonel sistemi gerçekleştirememiştir. Rekabet pozisyonunun geliştirilmesi durumunda firmanın süreklilik içinde nerede olduğunun incelenmesi gereklidir.

BÖLÜM 3. TEDARİKÇİ SEÇİMİ VE TEDARİKÇİ YÖNETİMİ

Tedarik süreci, işletmelerin tüm ürün ve hizmet alımlarını kapsayan bir yapıya sahiptir. Günlük yoğun tempoları içinde, tedarik ile satın alma işlevlerinin aynı anlamda kullanıldığı ortamlar olmasına rağmen, satın alma ve tedarik kavramları arasında küçük farklılıklar da vardır [33]. Tedarik işlevi; organizasyonun gereksinim duyduğu ürün ve hizmet alımlarındaki genellikle uzun vadeli işlemleri, satın alma işlevi ise tedarik edilen malzeme ve hizmetlerin organizasyona gelişi sırasındaki parasal ve yönetsel işlemleri içerir [34].

3.1. Satın Alma Kavramı, Önemi ve Amacı

Satın alma fonksiyonu, üretim için gerekli olan her türlü malzeme, donanım, ürün ve hizmetlerin temin edilmesi ile ilgili faaliyetlerin sorumluluğunu taşıyan ve malzeme yönetiminin pazar ile olan ilişkisini oluşturan bir fonksiyonlar dizisidir [35]. Satın alma, organizasyonun ihtiyaç duyduğu ürün ve hizmetlerin optimum maliyetle ve güvenilir kaynaklardan temin edilmesi olarak tanımlanmaktadır [36].

Satın alma fonksiyonu;

1. Tedarik zincirindeki her tedarikçinin kalite, zaman, miktar vb. bilgilerini izleyen,
2. Tedarik edilen malzemenin tarihçesini izleyen,
3. Uygun tedarikçilerin belirlenmesi ve değerlendirmesini sağlayan,
4. Tedarik koşullarını (fiyat, nakliye vb.) belirleyen,
5. Tedarikçilerle olan ilişkileri geliştiren veya yeni ilişki kanalları kuran,
6. Tedariği istenen malzemenin bulunduğu aşamayı (üretim, nakliye vb.) izleyen,
7. Tedarik zincirindeki müşterilerin şikayetlerine göre tedarikçileri inceleyen,
8. Yasal belgeleri izleyen.

Günümüzde satın alma, işletmelerin temel fonksiyonlarından biri haline gelmiştir. Bu fonksiyonun, üretilen ürünün kalitesi üzerinde, ürün geliştirilmesinde ve pazara hızlı sürülmesinde önemli bir rolü vardır. İmalat sektöründe satılan ürün maliyetinin % 55'ini, satın alınan malzeme ve hizmetler oluşturmaktadır. Eğer bu orana diğer operasyon giderleri (bina kirası, makina kirası, nakliye, sigorta ve bankacılık işlemleri, reklam, iletişim vb. giderleri) de eklenirse bu oran ortalama olarak % 68'e çıkmaktadır. Bu bilgiden yola çıkarak satın alma giderinin tüm giderler içindeki en büyük kalem olduğunu ve bu kalem üzerinde yapılacak bir iyileştirmenin kârlılık ve rekabet üzerinde önemli etkisi olacağını ve diğer işletmelere rekabet üstünlüğü sağlayacağını söyleyebiliriz [33]. Kar amacı güden ürün ya da hizmet üreten bir işletmenin elde edeceği karın düzeyinde belirleyici olan faktör, satın alma işini etkin olarak yapıp yapmamasıdır. Çünkü kar satın alma ile başlar; başka bir deyişle satarken değil, alırken kazanılır [34].

İşletmelerde satın alma bölümlerinin en önemli amacı, ihtiyaç duyulan malzemelerin doğru zamanda, doğru miktarda, istenilen kalitede, en uygun maliyetle, doğru kaynaktan temin edilmesidir [37]. İhtiyaç duyulan bu hammadde ve malzemenin zamanında ve uygun maliyetle elde edilmesi de satın alma yönetiminin etkinliğine bağlıdır. Tedarik zinciri sistemi, satın alma yönetimindeki en kritik faaliyet olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunun nedeni; tedarik zincirinin hedeflerine ulaşmasında tedarikçilerin maliyet, kalite, teslimat ve hizmet alanlarında gösterecekleri performansın kilit rol oynamasıdır. Satın alma fonksiyonuna ait diğer amaçları şu şekilde sıralayabiliriz [33]:

1. Tedariğin sürekliliğini sağlamak
2. Satın alma ve tedarik sürecinin etkin ve etkili şekilde yönetimi
3. Tedarikçi seçimi ve değerlendirmesi
4. İçsel işlevsel paydaşlarla birlikte hedefler geliştirmek
5. Organizasyonel stratejileri destekleyici bütünleşik satın alma stratejileri geliştirmek
6. Kaliteyi arttırmak
7. Standardizasyon
8. Maliyet azaltma

3.2. Tedarikçi Seçimi

Tüm sektörlerde müşterilerin işletmelerden ana beklentisi; kalite düzeyi yüksek, uygun fiyatlı ve zamanında teslim edilen ürün elde etmektir. Üretim prosesinin malzeme/hammadde tedariki ile başlayıp, ürünün teslimi ile sona erdiği düşünülürse, işletmelerin yukarıda belirtilen ana müşteri beklentilerini karşılamasında başlangıç noktasını tedarikçi seçimi oluşturmaktadır. Çünkü tedarikçiden alınan malzeme/hammaddenin kalite düzeyi, tedarikçinin teslim tarihi ve malzeme/hammadde fiyatları üretilen ürünlerdeki müşteri beklentilerine etki eden temel faktörlerdendir [38].

Tedarikçi seçimi, üretim için gerekli hammaddelerin, yarı mamul ve diğer malzemelerin kimden ve ne kadar alınacağını belirlemek için mevcut tedarikçilerin çok sayıda değerlendirme ölçütü kullanılarak karşılaştırılmasının yapılması ve en uygununun seçilmesi işlemidir. Potansiyel tedarikçilerin değerlendirilmesinde kullanılan ölçütler işletmelerin ihtiyaçlarına göre farklılık gösterse de ortak amaç tedarik etme olasılığı yüksek tedarikçileri saptamak ve bunların arasından en iyisini seçebilmektir. Genel olarak tedarikçi seçimi problemi karmaşık problemler sınıfında yer almaktadır. Bunun üç temel nedeni bulunmaktadır [39]:

1. Tedarikçi seçiminde çok sayıda ölçüt ve alt ölçütlerin bulunması ve bu ölçütlerin bazılarının nitel bazılarının da nicel değerler olması,
2. Seçim aşamasında bazen birbiriyle çelişen ve bazen de birbirini tamamlayan ölçütlerin olması,
3. Çok sayıda tedarikçinin olmasıdır.

Tedarikçi seçimi, satın alma bölümünün vereceği en kritik kararlardan biridir. Etkili ve verimli satın alma, “fiyat, kalite, kaynak, zaman ve miktar” şeklinde tanımlanan beş doğrunun bir araya gelmesi ile gerçekleşmektedir.

Bu doğrular içerisinde ‘kaynak’ yani tedarikçi, kalan dört ölçütü de etkilediğinden, en önemli nokta olarak sayılabilir [2]. Tedarikçi seçim kararlarında dikkate alınması gereken en önemli hususlar şunlardır [40]:

1. Birçok ürünün esasını satın alınan materyaller (hammadde ve malzemeler) oluşturur.
2. Tedarikçilerden kaliteli materyaller alınması önemlidir.
3. Tedarikçi seçimi kritiktir.
4. İşletmeler, çoğu kez tedarikçilerine büyük miktarda yatırım yapar.
5. Rekabetçi indirimlerden yararlanmaya çalışmak yerine, akılcı tedarikçi seçimi tercih edilmelidir.

Doğru tedarikçilerle çalışmak bir işletmede satın alma maliyetlerini azaltırken, müşteri memnuniyetini arttıracak ve rekabet yeteneğini geliştirecektir. Bununla birlikte yanlış tedarikçi seçimi tedarik zinciri için önemli finansal ve operasyonel kayıplara neden olacaktır. Tedarikçi sadece bir faaliyeti yapmakla kalmamalı, aynı zamanda işletmenin amaçlarını, hedeflerini, misyon ve kültürünü de anlayabilmelidir. Bu niteliklere ilave olarak tedarikçi, teknolojik yenilikleri, müşteri tatmini ve kaliteyi geliştirmeyi sağlayacak yeterliliklere sahip olmalıdır [41].

3.3. Tedarikçi Seçim Süreci

Tedarikçi seçim süreci işletmeler için en kritik süreçlerden birisidir. Tedarikçilerin seçimi ve performanslarının ölçümü neden bu kadar önemlidir sorusuna verilecek en iyi cevap, David Garvin’in 1993 yılında “Harvard Business Review” dergisinde yer alan “Eğer ölçemezseniz, yönetemezsiniz.” sözüdür [42]. Tedarikçi seçim süreci kapsamında firmaların vermesi gereken iki temel karar vardır. Bunlar:

1. En uygun tedarikçilerin seçimi
2. Seçilen tedarikçilerden satın alınacak malzeme miktarının belirlenmesi

Birinci tip problemler, kısıtsız tedarikçi seçim problemi olarak adlandırılır ve tüm tedarikçilerin talep, kalite ve teslim koşulları ile diğer kısıtları sağlayabilir nitelikte olduğu varsayılır. İkinci tip problemler ise, kısıtlı tedarikçi seçim problemi olarak adlandırılır ve tedarikçi firmalardan bazılarının kalite, kapasite vb. açılardan kısıtları söz konusudur. Bu sürecin karmaşık bir yapıya sahip olmasının en önemli sebebi çok kriterli bir yapıya sahip olmasıdır [43]. [44]. Tedarikçi seçim sürecinde karşılaşılabilecek sorunlar temel olarak iki grupta toplanabilir [45]:

1. Tüm tedarikçilerin işletmenin talep, kalite, teslimat gibi ölçütlerini karşıladığı durumda işletme seçim yaparken zorlanacak ve en iyi olan tedarikçiyi seçmeye çalışacaktır.
2. Tedarikçilerin hiçbirinin işletme ihtiyaçlarını tam olarak karşılayamadığı durumda işletme seçim yaparken yine zorlanacak ve ihtiyaçlarını karşılamaya en yakın olan tedarikçiyi seçecektir.

Her geçen gün yenilenen ve gelişen teknolojiyle birlikte, seçilecek olan tedarikçi sayısı da artmakta ve seçim işlemi zorlaşmaktadır. İşletmeler kendi ölçütlerine göre tedarikçilerin performans değerlerini belirler ve bu değerleri göz önüne alarak karar modelleri vasıtasıyla bir değerlendirme yaparlar; sonuç olarak en uygun tedarikçi ya da tedarikçiler seçilir [46].

3.4. Tedarikçi Seçim Kriterleri

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.

Bundan dolayı ekonomiklik ve performans ile ilgili kriterler arasından sistematik bir seçim sürecini elde etmede kullanılmak üzere kriterlerin değerlendirilip öncelik sırasına konulmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu süreç aynı anda hem seçim sürecini kısaltacak hem de karar vermede başarıyı artıracaktır [47]. Dickson (1966) tedarikçi seçiminde göz önünde bulundurulması gereken 23 kriter tanımlamıştır. Yine Arbel (1990) ve Seidmann (1984), Beck ve Lin (1981), Tam ve Tummala (2001), Ghodsypour ve Brien (1998), Zviran (1993) ve Bard (1986) yaptıkları çalışmalarda tedarikçi seçimi için göz önünde bulundurulması gereken kriterleri finansal, teknik ve işletim başarısı olmak üzere üç grupta toplamışlardır [47].

Yurdakul ve İç, tedarikçi seçiminde göz önünde bulundurulması gereken kriterleri yönetsel kabiliyetler, teknolojik kabiliyetler ve üretim tesisleri ve kapasiteleri olarak belirlemişlerdir [48]. Genel olarak, tedarikçi seçiminde göz önünde bulundurulması gereken temel kriterler şunlardır [23]:

Teknik Yeterlilik: Tedarikçilerin teknik yeterliliği tedarikçi seçiminde ve değerlendirilmesinde önemli bir karar kriteridir. Satın alma literatüründe, geleneksel tedarikçi seçim kriterleri yanında, satın alma kararı verilirken tedarikçinin teknik yeterliliği de önemli bir faktördür. Bu ana kriter, tedarikçi firmanın araştırma geliştirme kabiliyetini, teknik know how seviyesini kapsamaktadır.

Fiyatlandırma: Üretici firmalar karlılıklarını artırmak için ürünlerinde kullandıkları malzemeleri mümkün olduğunca en düşük fiyatla elde etmek isterler. Bu nedenle fiyat satın alma kararının verilmesinde önemli bir belirleyicidir.

Teslimat: Tedarikçinin önceden belirlenen bir teslimat çizelgesine uyma kabiliyeti tedarikçi seçiminde ve tedarikçi-üretici ilişkilerinin değerlendirilmesinde ve sürdürülmesinde her zaman için önemli bir kriterdir.

Kalite: Kalite, tedarikçinin sağladığı ürünlerin kalite oranını, üretici firmanın kalite gereklerine uygun siparişlerin oranını, tedarikçiye geri iade edilen ürünlerin oranını kapsar.

Hizmet: Servis kriteri, satış sonrası teknik servisi, taşıma problemleri ile ilgili sigorta yapılıp yapılmadığını ve üretici firmanın şikayetleri ile yakından ilgilenilmesini kapsamaktadır.

Esneklik: Tedarikçi esnekliği, tedarikçinin müşteri isteklerine kolay uyum sağlayabilmesi olarak tanımlanabilir. Tedarikçi firmalar esnekliği yerine getirebilirlerse, müşteri beklentilerini karşılamak, hatta beklentilerden daha fazlasını sağlamak fırsatı elde edebilirler.

Yenilikçilik: Günümüzde firmalar karmaşık küresel bir çevrede rakipleriyle bahsedebilmek ve rekabet durumunu güçlendirmek için düzenli olarak yeni ürünler, hizmetler ve prosesler geliştirmek zorundadır.

3.5. Literatür Araştırması

Engür (1997) “The Analytic Hierarchy Process Used for Choosing the Technology of Harvesting Wood in Turkey” adlı çalışmasında Türkiye’de odun biçme teknolojisi seçimi için AHS yöntemini kullanmıştır [49].

Yılmaz (1999) “Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanılarak Çok Kriterli Karar Verme Problemlerinin Çözümü” adlı çalışmasında AHS genel olarak tanıtılmış ve prensipleri sunulmuştur. AHS ile en iyi alternatifin seçilmesi, varsayım dayalı bir arazi kullanım problemi üzerinde gösterilmiştir [50].

Gonzalez ve diğ. (2004) “Determining the Importance of the Supplier Selection Process in Manufacturing: A Case Study” adlı çalışmalarında, tedarikçi seçim sürecinin nihai ürün kalitesi üzerindeki önemini araştırmışlardır. Tedarikçi seçim sürecinde yer alan değişkenlerin analizi için bir yöntem geliştirilmiştir ve uygulama sandalye üretimi yapan bir işletmede gerçekleştirilmiştir [51].

Güner (2005) “Bulanık AHP ve Bir İşletme İçin Tedarikçi Seçimi Problemine Uygulaması” adlı çalışmasında yapılan görüşmeler sonucunda tedarikçileri değerlendirmede kullanılacak kriterler ve seçenekler belirlenmiş, problem klasik ve bulanık AHP ile ele alınmıştır. Elde edilen sonuçlar karşılaştırılmış ve değerlendirilen tedarikçiler arasında aynı tedarikçinin en iyi olduğu sonucuna ulaşılmıştır [39].

Susuz (2005) “Analitik Hiyerarşi Prosesine Dayalı Optimum Tedarikçi Seçimi” adlı çalışmasında şirket yöneticilerinin sübjektif düşünceleri Analitik Hiyerarşi Prosesi ile niceliksel şekle dönüştürülmüştür. Buradan elde edilen sonuçlar ile birlikte, ürüne ilişkin aylık tedarikçileri kapasiteleri, hammaddeye ilişkin önerdikleri miktar iskontoları, ana firma talep, bütçe ve işleme kapasitesi kısıtlarının yer aldığı iki matematiksel model oluşturulmuştur [41].

Özel (2007) “Bulanık Aksiyomatik Tasarım Yaklaşımı İle Hiyerarşik Bir Tedarikçi Seçim Modeli” adlı çalışmasında bir beyaz eşya üretici firması için tedarikçi firma seçimi problemi ele alınmış ve problemin çözümü için Aksiyomatik Tasarım (AT, Axiomatic Design) yaklaşımı önerilmiştir [52].

Öz (2007) “Yük Helikopteri Seçiminde Bulanık Çok Amaçlı Karar Verme Modeli” adlı çalışmasında Öncelikle alternatif Yük Helikopter tipleri belirlenmiş, hangi nitel ve nicel kriterlerin modele gireceğine karar verilmiştir. Modele giren kriterlerin tanımı yapıldıktan sonra, modele uygulanan Klasik AHP ve Bulanık AHP metotları açıklanmış, bu metotların matematiksel ve algoritmik yapıları verilmiştir. Daha sonra, her iki metodun uygulanması sonucu elde edilen sonuçlar kıyaslanmış ve yorumlanmıştır [53].

Göktürk (2008) “Tedarikçi Performans Değerlendirmesinde Bulanık AHP Uygulaması” adlı çalışmasında siparişe göre üretim makine yapan bir firmada tedarikçilerin performansının AHP ve Bulanık AHP yöntemleri ile modellenerek çözülmesini kapsamaktadır [54].

Ötkür (2008) “Yeni Ürün Gelişme Sürecinde Tedarikçi Bütünleşmesinin TOPSIS Yöntemi İle Değerlendirilmesi” adlı çalışmasında Kocaeli bölgesinde kurulu olan, uluslararası otomotiv fabrikasında, yerleştirme prosesi çerçevesinde, tedarikçi seçimi ve geliştirmesi, yeni ürün geliştirme projelerinde yerli 40 tedarikçiler ile olan işbirliğinin ve bütünleşmesinin derinliğini, seviyesini araştırmak ve analiz etmek için, uluslararası çalışmalar incelenerek 15 ana kriterli anket oluşturulmuş ve TOPSIS (İdeal Sonuç Odaklı Çok Ölçütlü Karar Verme) yöntemi ile ortaya koyulmuştur [55].

Aslan (2009) “Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi Yardımıyla Tedarikçi Seçimi ve Üretim Sektöründe Bir Uygulama” adlı çalışmasında İzmir’de faaliyet gösteren konserve üreten bir firmada tedarikçi seçim problemi ele alınmıştır. Yöntem olarak içinde nitel ve nicel birçok kriteri barındıran bir problem olduğundan tedarikçi seçiminin karar verme sürecini basitleştirmesi ve karar vericinin cevaplarının hassasiyetini yansıtmasından dolayı çözümde bulanık analitik hiyerarşi prosesi yaklaşımı tercih edilmiştir [56].

Dursun (2009) “Bulanık AHP Yöntemi İle Tedarikçi Seçimi ve Tekstil Sektöründe Bir Uygulama” adlı çalışmasında tekstil sektöründe faaliyet gösteren bir mümessil firmanın; tedarikçilerini, hizmet, teslimat performansı, fiyat, kalite kıstaslarına göre nasıl değerlendirdiği ve buna göre tedarikçilerini nasıl seçtiği problemi incelenmiştir. Tedarikçilerin seçimi bulanık AHP yöntemi kullanılarak yapılmıştır [57].

Ok ve diğ. (2010) “A Comparative Study on Activity Selection with MCDM Techniques in Ecotourism Planning” adlı çalışmalarında AHS, ELECTRE I ve ELECTRE III yöntemlerini kullanarak etkinlik seçimini karşılaştırmışlardır [58].

Bayram (2010) “Performansa Dayalı Lojistik, Ulusal Kamu Tedarik Sistemindeki Yeri ve Bulanık Mantık ile Tedarikçi Seçimi Uygulaması” adlı çalışmasında Performansa Dayalı Lojistik Sistem incelenerek temel uygulama adımları açıklanmış, milli mevzuat açısından uygulanabilirliğine yönelik önerilere yer verilerek Performansa Dayalı Tedarikte bulanık mantık ile bir tedarikçi seçimi uygulaması yapılmıştır [59].

Yılmaz (2010) “Mersin İlinde Orman Kaynaklarına İlişkin İşlev Önceliklerinin Belirlenmesi” adlı çalışmada karşılaştırmalı bilgi elde etmek, etkinliği arttırmak ve sonuçların geçerliliğini yükseltmek için AHS ve TOPSIS yöntemi olmak üzere iki ayrı çok ölçütlü karar verme tekniği kullanmıştır [60].

Doğan (2010) “Tedarikçi Seçiminde Analitik Şebeke Prosesi ve Amaç Programlama Bütünleşik Yaklaşımı: Türk Traktör ve Ziraat Makineleri A.Ş.’de Bir Uygulama” adlı çalışmada çok ölçütlü ve çok amaçlı bir karar problemi olarak ele alınan tedarikçi seçimi için, Analitik Şebeke Prosesi (ASP) ve Karışık Tamsayı Doğrusal Amaç Programlama (KTDAP) modelini kullanan bir bütünleşik yaklaşım sunulmaktadır [61].

Kücü (2010) “PROMETHEE Sıralama Yöntemi İle Personel Seçimi ve Bir İşletmede Uygulanması” adlı çalışmada kriterler ile alternatif iş görenler tespit edilmiş ve alternatif adayların öncelikleri PROMETHEE yöntemi ile hesaplanarak öncelik sıraları belirlenmiştir [62].

Yılmaz (2010) “Ekipman Seçimi Problemi İçin Bulanık PROMETHEE ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerinin Bütünleşik Kullanımı” adlı çalışmada Ankara’da faaliyet gösteren bir üretim firmasının ekipman seçimi problemi ele alınmış seçim sürecinin çok kriterli, bulanık ve çelişkiler içeren yapısının en etkin şekilde üstesinden gelebilmek ve matematiksel modellerin sağladığı güvenilirlik ve doğruluktan yararlanabilmek için Bulanık PROMETHEE ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerini kullanmıştır [63].

Demir (2010) “İmalat Sektöründe Bulanık TOPSIS Yöntemiyle Tedarikçi Seçimi” adlı çalışmada bir gıda işletmesindeki karar vericilerle yapılan mülakatlar sonucu elde edilen bilgilerden hareketle, belirsizlik ortamında, işletmeye uygun olan tedarikçi kriterlerini göz önüne alarak, alternatifler arasından yapılacak tedarikçi seçimini ÇKKV yöntemlerinden biri olan bulanık TOPSIS yöntemi ile gerçekleştirmektedir [2].

Arda (2010) “Tedarikçi Seçiminde Bulanık Mantık Doğrusal Programlamanın Birlikte Kullanılması” adlı çalışmasında tedarikçiler ayrıntılı incelenmiş, karar verme sürecinde ise şirket yetkilileriyle yapılan anketler neticesinde ortaya çıkan kişisel değerlendirmeler sayısal verilere dönüştürülerek bulanık mantık, TOPSIS ve doğrusal programlama içeren bir matematiksel model yardımıyla tedarikçi seçilmiştir [64].

Özdemir (2010) “Kalite ve Fiyat Kriterlerine Dayalı Tedarikçi Seçimi ve İmalat Sektörü Uygulaması” adlı çalışmasında tedarikçi seçiminde, yetenek indisi ve fiyat karşılaştırma diyagramı ve tedarikçi yeteneği ve fiyat analiz diyagramı kullanılmıştır [65].

Geçer (2010) “Kalibrasyon Tedarikçisi Seçiminde Ölçütlerin Belirlenmesi ve Çok Amaçlı Karar Verme Modeli Yaklaşımı” adlı çalışmasında çok ürün için çok amaçlı bir kalibrasyon tedarikçi seçimi önermektedir. Önerilen çok amaçlı karar modeli bir örnek üzerinde uygulanarak; zaman, sertifikalı uzman, kalibrasyon talebinin karşılaması gibi kısıtlar altında maliyet en küçüklenmeye ve tedarikçi değerlendirme sonucu en büyüklenmeye çalışılmıştır [66].

Karabiber (2010) “Tedarikçi Seçiminde Analitik Ağ Süreci İle Kurumsal Karne Yaklaşımının Birlikte Kullanımı ve Bir Uygulama” adlı çalışmasında analitik ağ süreci ve kurumsal karne metodları tedarikçi seçiminde birlikte kullanılmıştır. Çalışmanın birinci bölümde analitik ağ süreci ve kurumsal karne metodolojileri genel olarak tanıtıldıktan sonra, iki metodun bir arada kullanımının nasıl olacağına değinilmiştir. İkinci bölümünde uygulamanın gerçekleştirildiği firmaya ait genel bilgiler verildikten sonra yapılan anketler doğrultusunda karar modeline ait karakteristikler için ağırlıklandırılmaların nasıl hesaplandığı belirtilip analitik ağ süreci ve kurumsal karne metodolojileri ile problem çözümlenmiştir [67].

Kaplan (2010) “AHP Yöntemiyle Tedarikçi Seçimi: Perakende Sektöründe Bir Uygulama” adlı çalışmasında Türkiye’de perakende sektöründe büyük pazar payına sahip bir firmada yapılmış ve alternatif 3 tedarikçinin performansı Analitik Hiyerarşi Proses yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir [68].

Şentürk (2011) “Hava Yolları Hizmet Kalitesinin AHS Metodu İle Değerlendirilmesi” adlı çalışmada hizmet, kalite, hizmet kalitesi gibi kavramlar üzerinde durulmuş; havayolu sektörü tanıtılmış ve hizmet kalitesinin Analitik Hiyerarşi Süreci metodu kullanılarak değerlendirilmesini ve en iyi şirketin seçimini içeren bir uygulamaya yer verilmiştir [69].

Yüzügüllü (2011) “Tedarikçi Seçiminde Çok Kriterli Karar Verme ve Uygulaması” adlı çalışmada problemin karmaşık yapısı, geri bildirimlere ve karşılıklı etkileşimlere izin vermesi nedeniyle çözüm yöntemi olarak nitel ve nicel kriterlerle birlikte çalışılabilen Analitik Ağ Süreci kullanılmıştır [70].

Özal (2011) “Yalın Tedarik Zinciri Yönetimi ve İmalat Sektöründe Tedarikçi Seçimi Uygulaması” adlı çalışmada Firmanın farklı bölüm ve kademelerinde görev alan personel ile boru ve profil malzemelerinin temini için yalın kriterler belirlenmiş, belirlenen kriterler satın alma bölümünce tespit edilen potansiyel dört tedarikçide aranarak, kriterlere en uygun tedarikçi sıralaması yapılmış ve bu kriterleri sağlayan en uygun tedarikçi seçilmiştir. Tedarikçi seçiminde çok kriterli karar verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) kullanılmıştır [71].

Büke (2011) “Hastane Bilgi Yazılımı Tedarikçi Seçimi için Kriterlerin Belirlenmesi: VIKOR Yöntemi İle Tedarikçi Seçim Uygulaması” adlı çalışmada hastane bilgi sistem yazılımı tedarikçi seçimine yönelik bir model oluşturularak bir özel hastanede önerilen modelin uygulaması yapılmıştır. Tedarikçi seçiminde literatür araştırması ve nitel yöntemlerle tespit edilen kriterlerin ağırlıklandırılması ve alternatifler arasından uygun tedarikçinin seçiminde bulanık VIKOR yöntemi kullanılmıştır [72].

Aygün (2011) “PROMETHEE Sıralama Yöntemi ile Yatırım Projesi Değerlendirme ve Üretim Sektöründe Uygulanması” adlı çalışmada çimento sektöründe yatırım yapma kararı veren bir yatırımcının dört ayrı ilde bulunan çimento fabrikaları arasında öncelikli yatırımı belirlemek için, çok kriterli karar verme metotları arasında tanımlanan PROMETHEE sıralama yöntemi uygulanmıştır [73].

Korkmaz (2012) ‘‘Orman İşletmelerinde İktisadilik Düzeyinin TOPSIS Yöntemi ile Analizi’’ adlı çalışmasında Türkiye’nin Batı Akdeniz Bölgesi’nde yer alan ve Isparta ve Antalya orman bölge müdürlüklerine bağlı olarak faaliyet gösteren on dokuz devlet orman işletmesinin 2006-2010 yıllarını kapsayan beş yıllık dönemdeki iktisadiliğini analiz etmiştir [74].

Aydın (2013) ‘‘ Bulanık TOPSIS ve VIKOR Yöntemi Kullanarak Rüzgar Enerjisi Santral Yer Seçimi’’ adlı çalışmasında enerjinin tanımı ve günümüz için önemi, rüzgâr enerjisi ve gelişimi verilmiş, rüzgâr enerjisi farklı yönlerden incelenmiştir. Uygun yerin seçiminde kullanılacak Bulanık TOPSIS ve VIKOR yöntemi açıklandıktan sonra kriter ve alt kriterler bulunarak öncelikleri belirlenmiş ve istenen hiyerarşik yapı kurulmuştur. Çıkan sonuçlar son bölümde değerlendirilerek alternatif yerlerden hangisinin seçileceği konusu detaylı olarak incelenmiş ve yorumlar sunulmuştur [75].

Koçdağ (2013) ‘‘AHS ve PROMETHEE Yöntemleri İle Proje Tercih Sıralamasının Çok Ölçütlü Olarak Belirlenmesi’’ adlı çalışmasında Analitik Hiyerarşi süreci ve PROMETHEE yöntemi beraber kullanılmıştır. İki yöntemin üstün yönlerini ortaya çıkaracak hibrit bir yapı kullanılması amaçlanmıştır. Böylece kriterler dikkate alınarak alarak seçenekler arasından kurum için en uygun olan seçenek belirlenmiştir [76].

Yıldız (2013) ‘‘Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri İle Tedarikçi Seçimi ve Ekonomik Sipariş Miktarının Tespiti ‘‘ adlı çalışmasında Problemin çözümünde MCDM yöntemlerinden; bulanık TOPSIS, bulanık Analitik Ağ Prosesi (ANP) ve genelleştirilmiş Choquet İntegrali yöntemleri ayrı ayrı kullanılmış ve elde edilen sonuçlar değerlendirilerek en iyi tedarikçi seçimi yapılmıştır. Daha sonra seçilen tedarikçiden alınacak sipariş miktarını belirlemek için ekonomik sipariş miktarı hesaplanmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir [3].

Ayhan (2013) “Satın Alma Sürecinde Tedarikçi Seçimi ve Yönetimi Üzerine Mobilya Endüstrisinde Bir Uygulama” adlı çalışmasında ana hedefin belirlenen ölçütler bazında en uygun tedarikçi seçimi olduğu bu çalışmada, çok ölçütlü karar verme tekniklerinden AHS, ELECTRE ve TOPSIS yöntemlerini kullanmıştır [77].

Arslan (2013) “Hazır Giyim Sektöründe En İyi Fason İşletme Seçimi için Bulanık AHS ve Bulanık TOPSIS Yöntemlerinin Kullanılması” adlı çalışmasında kriterler sektördeki üç tedarikçi firma ile yapılan ön mülakatlardan ve literatürde tedarikçi seçimi çalışmalarından yararlanılarak belirtilmiş. Bulanık AHS ve Bulanık TOPSIS Yöntemleri kriterlerin sayısal olarak ifade edilemeyen, kesin olmayan yargılara dayandığı için kullanılmıştır [78].

Koçak (2014) “Mobilya Sektöründe En Uygun Tedarikçi Seçimi için Çok Kriterli Karar Verme Tekniğinin Uygulanması” adlı çalışmasında sadece tedarikçi seçimi yapılmamış aynı zamanda uygulamada kullanılan tedarikçi seçim problemine en uygun çok kriterli karar verme tekniği de belirlenmiştir. Seçilen problemin kriter ve alternatifleri belirlenmiş, veriler toplanmış ve problemin iskeleti oluşturulmuştur. Tedarikçi seçimi için literatürde en fazla kullanılan yöntemler; Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP), Analitik Ağ Süreci (ANP), İdeal Çözüme Benzerliklere Göre Tercih Sıralama Tekniği (TOPSIS), Gerçeği Yansıtan Eleme ve Seçim Yöntemi (ELECTRE) ve Basit Ağırlıklandırılmış Toplam Yöntemi (SAW) yöntemleridir. Uygunluk indeksi sistematikliği yaklaşımıyla, bu 5 farklı yöntem incelenmiştir [79].

Erol (2014) “Tersanelerde İmalatı Yapılacak Gemi Tipinin Bulanık TOPSIS ve Bulanık VIKOR Yöntemleri ile Belirlenmesi” adlı çalışmasında gemi inşa sektöründe görev alan üst düzey yöneticilerden oluşan karar vericilerle yapılan görüşmeler sonucu, seçim kriterlerinin belirlenmesi ve seçim kararının oluşturulması için bulanık mantık dahilinde TOPSIS ve VIKOR yöntemleri aracılığıyla Türkiye’deki bir tersanede üretimi gerçekleşecek olan gemi tipinin seçilmesi incelenmiştir [80].

Gökbek (2014) “Çok Ölçütlü Karar Verme Yaklaşımlarına Dayalı Tedarikçi Seçimi ve Bir Uygulama” adlı çalışmasında AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi), TOPSIS ve ELECTRE teknikleri kullanılarak çok ölçütlü karar verme yaklaşımlarına dayalı tedarikçi seçimi yapılmıştır [81].

BÖLÜM 4. BULANIK MANTIK YAKLAŞIMI ve UYGULAMADA KULLANILAN TEKNİKLER

Bu tez çalışmasında mobilya sektöründe tedarikçi seçimi probleminin TOPSIS, VIKOR, PROMETHEE karar verme tekniklerinin bulanık ortamda çözümü amacıyla Bulanık TOPSIS, Bulanık VIKOR, Bulanık PROMETHEE teknikleri kullanılmıştır. Bu bölümde de kullanılan bu yöntemler aşağıda tanıtılmaktadır.

4.1. Bulanık Mantık

Dünyada insanoğlunun karşılaştığı olayların hemen hemen hepsi karmaşıktır. Bu karmaşıklık genel olarak belirsizlik, kesin düşünce veya karar verilemeyişten kaynaklanmaktadır. Bilgisayarların kullandığı Aristo mantığından farklı olarak; insanın yaklaşık ve belirsizlik içeren veri ve bilgi ile işlem yapabilme yeteneği vardır.

Bulanık mantık (Fuzzy Logic) kavramı, insanların kesin olmayan ifadelerle düşünme yeteneğiyle örtüşen mantık sistemidir. Başka bir deyişle, bulanık mantık soğuk-sıcak, hızlı-yavaş, yüksek-alçak gibi ikili değişkenlerden oluşan keskin dünyayı, az soğuk-az sıcak, az hızlı-az yavaş, az yüksek-az alçak gibi esnek niteleyicilerle gerçek dünyaya benzetir [82].

Günümüz koşulları altında gerçek dünya sorunlarını modellemek için gerekli olan kesin veriler birçok durumda yetersiz kalmaktadır. Çünkü insan yargıları ve tercihleri karşılaşılan her bir gerçek durum için genellikle belirsizdir ve kesin sayısal değerler ile tahmin edilemezler [83].

Bulanık mantık kavramı, ilk kez 1965 yılında Lotfi A. Zadeh tarafından “Information and Control” dergisinde yayınlanan “Bulanık Kümeler” adlı makale ile ortaya atılmıştır.

Bu makalede bulanık kümelerin tanımı, temel işlemleri, kavramları ve özellikleri anlatılmıştır. Zadeh (1965), dünyadaki somut sorunların ne kadar yakından incelenmeye alınırsa alınsın, çözümün daha da bulanık hale geleceğini ifade etmiştir. Çünkü bilgi kaynaklarının tümünü insan aynı anda ve etkileşimli olarak anlayamaz ve bunlardan kesin sonuçlar elde edemez. Burada bilgi kaynaklarının temel ve kesin bilgilere ilave olarak, özellikle sözel olan bilgileri de içerdiği vurgulanmalıdır. İnsanlar sözel düşünebildiğine ve bildiklerini başkalarına sözel ifadelerle aktarabildiğine göre bu ifadelerin kesin olmasını beklemek yanlışlık olurdu [84].

Bir karar verme sürecinde, karar vericiler genellikle şüpheler, sorunlar ve belirsizlikler ile karşı karşıya kalırlar. Diğer bir ifadeyle, günlük kullanılan doğal dil ile algı ya da hüküm ifade etmek, genellikle öznel, belirsiz ya da muğlak ifadeler içerir. Belirsizlik, muğlaklık ve insan yargılarına dayalı hükümleri gidermek için karar verme sürecinde dilsel terimleri de ifade edebilen bulanık kümeler teorisi (Zadeh, 1965) ortaya çıkmıştır [85].

Günlük hayatta insanlar, sağduyularına güvenirlere ve belirsizlik içeren, net olmayan sezgisel terimler kullanırlar. Örnek olarak “Bu otomobilin fiyatı çok pahalıdır” cümlesinde, fiyat özelliği dilsel olarak ifade edilen “çok pahalı” değerini almaktadır. Bu değer sayısal olarak ifade edilebilmesi için bulanık küme yaklaşımı geliştirilmiştir [86].

4.1.1. Bulanık küme teorisi

Gerçek hayattaki pek çok durumun kesin tanımını yapmak, içerdiği belirsizlikler sebebiyle pek mümkün değildir. Çünkü gerçek hayat oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir.

Genel olarak, kesin olmayan bilginin veya bir tercih yapısının gösterilmesinde kullanılan bulanık kümeler, Lotfi A. Zadeh (1965) tarafından geliştirilmiştir. Bulanık veriler daha esnek bir yapıdadır ve bulanık veri kullanılması ile daha hassas sonuçlar elde edilir [86]. Bulanık kümeler teorisi, genellikle insanın net olmayan öznel yargılarını içeren belirsiz kavramların ölçümünü ve değerlendirmesini yapabilmek için önemli bir araçtır. Bu öznel yargıları açıklamanın en kolay yollarından biri ise dilsel değişkenler kullanmaktır. Bu dilsel değişken kavramı çok karmaşık veya sayısal olarak tam anlamıyla ifade edilemeyen durumların üstesinden gelmekte çok kullanışlıdır [83].

Günlük hayatımızda kullandığımız "pek açık değil", "muhtemelen öyledir", "çok muhtemel", "çok iyi", "vasat" ve daha çoğaltabileceğimiz bu gibi ifadeleri çoğu zaman duyarız. Bulanık kümeler kuramına göre, kümedeki her bir eleman, klasik küme kuramında olduğu gibi "kümeyle ait" ya da "kümeyle ait değil" olarak, bir başka deyişle 0 veya 1 şeklinde değil, bir dereceye kadar üye olarak görülür [87].

Klasik küme teorisinde üyelik sistemi karakteristik fonksiyonla gösterilir. x elemanlardan oluşan evrensel kümemiz X ve içinde bulunan kümenin ise A ile gösterildiğini varsayalım. Bu durumda bir x elemanı ya A kümesinin bir elemanı ya da değildir. Karakteristik fonksiyon; x ' in A kümesinin elemanı olduğu durumda 1 olmadığı durumda 0 değerini alır. Matematiksel olarak aşağıdaki gibi gösterilir:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 & x \in A \\ 0 & x \notin A \end{cases} \quad (4.1)$$

Bulanık küme teorisinde ise her bir elemana üyelik fonksiyonu aracılığı ile bir üyelik derecesi atanır. Burada geleneksel kümelerden farklı olarak $\{0,1\}$ kümesi yerine, $[0,1]$ sürekli aralığı söz konusudur ve bu aralıktaki değerler üyelik derecesi adını alırlar. Her hangi bir eleman için üyelik derecesi "1" ise bu eleman kesinlikle kümenin elemanı "0" ise kesinlikle elemanı değildir [88]. Bulanık küme elemanlarının üyelik dereceleri, sınır değerler $[0-1]$ arasındaki sonsuz sayıdaki değer olabilir. X evrensel kümesinde tanımlanan \tilde{A} bulanık kümesindeki x elemanlarının üyelik fonksiyonu aşağıdaki gibi gösterilir.

$$\mu_{\tilde{A}} : x \rightarrow [0,1] \quad (4.2)$$

Küme üyeliğinin belirlendiği sınır koşulu, bulanık kümelerde esnek bir yapıda ifade edilmektedir.

Başka bir ifadeyle, bulanık kümelerde, küme üyeliğinin kısmi üyeliğe geçişi sağlanarak, geleneksel küme teorisi geliştirilmektedir. Bu sayede, bulanık küme teorisinde kümeye tam olarak üye olan nesnelere, kümeye tamamen üye olmayan nesnelere doğru esnek ve dereceli bir geçişe izin verilmektedir. Geleneksel kümeler ile bulanık kümeler arasındaki en temel fark üyelik fonksiyonlarıdır. Geleneksel bir küme sadece bir üyelik fonksiyonuyla nitelenebilirken, bulanık bir küme teorik olarak sonsuz sayıda üyelik fonksiyonu ile nitelenebilmektedir.

Üyelik fonksiyonlarının uygulama ile örtüşen ve doğru bir şekilde belirlenmesi, bulanık küme teorisinin esasını oluşturmaktadır. Bu sebeple, üyelik fonksiyonları bir kez belirlendikten sonra, bulanık küme teorisinde bulanık olan herhangi bir şey kalmadığı söylenmektedir. Bulanık bir kümenin üyelik fonksiyonunu belirleme süreci, kavramların uygulamadaki anlamına dayanarak sezgisel olarak da yapılmaktadır. Bulanık kümelerin üyelik fonksiyonlarındaki çeşitlilik, yöneticilerin karar almadaki belirsizliklerini azaltmaktadır. Karar vericiler genellikle, sabit değer atamalarındansa, aralıklar ile çalışmayı daha güvenilir bulmaktadır [89].

4.1.2. Bulanık sayılar

Bulanık sayılar, bulanık kümelerin özel bir alt kümesi olmakla birlikte; “5 civarında”, “10’a yakın”, “yaklaşık 15” gibi kesin olmayan sayısal nicelikleri nitelenecek için kullanılırlar. Bulanık kümeler üyelik fonksiyonlarıyla tanımlandıkları için bulanık sayılar da kendi üyelik fonksiyonları ile aynı kavramlardır. Bu nedenle üyelik fonksiyonu çeşidi kadar bulanık sayı çeşidi vardır [84].

Dubois ve Prade’e göre bulanık sayılar şu özelliklere sahip olmalıdırlar [87]. Üyelik fonksiyonu $\mu_{\tilde{A}}(x) : R \rightarrow [0,1]$ olan “ \tilde{A} ” bulanık sayısı için:

- $\mu_{\tilde{A}}(x)$, Reel sayılar kümesinden $[0,1]$ kapalı aralığına bir sürekli fonksiyondur.
- $\mu_{\tilde{A}}(x)$ bir konveks (dışbükey) bulanık alt kümedir.
- $\mu_{\tilde{A}}(x)=1$ yapan bir X_0 sayısı vardır.

Ele alınan konuya göre değişik bulanık sayılar kullanmak mümkündür. Çok çeşitli bulanık sayı olmasına rağmen; genel olarak teorik ve pratik uygulamalarda en yaygın olarak üçgen ve yamuk bulanık sayılar kullanılmaktadır [83].

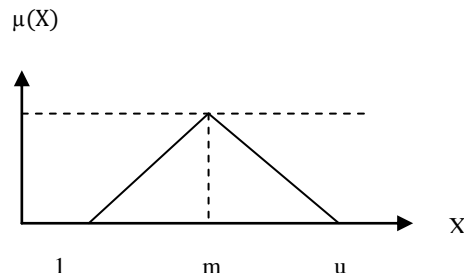
4.1.3. Bulanık matris

En az bir elemanı bulanık sayı olan matrise bulanık matris denir. X_{ij} bir bulanık sayıyı temsil etmek üzere \tilde{D} bulanık matrisi aşağıdaki gibi gösterilebilir [90].

$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{X}_{11} & \tilde{X}_{11} \dots & \tilde{X}_{1n} \\ \tilde{X}_{21} & \tilde{X}_{22} \dots & \tilde{X}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \tilde{X}_{m1} & \tilde{X}_{m2} & \tilde{X}_{mn} \end{bmatrix}$$

4.1.4. Üçgen bulanık sayılar

Bir üçgen bulanık sayı (l, m, u) şeklinde gösterilir. Bir bulanık olay için l , m ve u parametreleri, sırasıyla mümkün en küçük değeri, en çok beklenen değeri ve mümkün en büyük değeri temsil eder. Şekil 4.1.'de örnek olarak bir bulanık üçgen sayı verilmiştir [90].



Şekil 4.1. Bulanık üçgen sayısı (l, m, u) .

Her üçgen bulanık sayının lineer gösterimleri sol ve sağ taraf şeklinde aşağıdaki üyelik fonksiyonu ile tanımlanabilir.

$$\mu(x/\tilde{M}) = \left\{ \begin{array}{l} 0, x < l \\ \frac{x-l}{m-l}, 1 \leq x \leq m, \\ \frac{u-x}{u-m}, m \leq x \leq u, \\ 0, x > u \end{array} \right\} \quad (4.3)$$

4.1.4.1. Üçgen bulanık sayılarda matematik işlemler

Özellikle çok kriterli bulanık karar verme problemlerinde yaygın bir biçimde kullanılan üçgen bulanık sayılarla temel matematik işlemler şu şekilde yapılır [91].

$(m, a, b)_{LR}$ ve $(n, c, d)_{LR}$ şeklinde iki üçgen bulanık sayı olsun, L ve R harfleri üyelik fonksiyonun sola ve sağa doğru değişimini ifade etmek amacıyla kullanılır. Bulanık sayılarla ilgili temel operasyonların formülleri aşağıda gösterilmektedir [91].

$$(m, a, b)_{LR} + (n, c, d)_{LR} = (m+n, a+c, b+d)_{LR} \quad (4.4)$$

$$(m, a, b)_{LR} - (n, c, d)_{LR} = (m-n, a+d, b+c)_{LR} \quad (4.5)$$

$$(m, a, b)_{LR} * (n, c, d)_{LR} = (mn, cm + an, dm + bn)_{LR} \quad (m > 0, n > 0 \text{ iken}) \quad (4.6)$$

$$(m, a, b)_{LR} * (n, 0, 0)_{LR} = (mn, an, bn)_{LR} \quad (4.7)$$

4.2. Vertex Yöntemi

Dilsel ifadeler, değerleri olan bir dilsel değişkendir. Dilsel değişken kavramı, çok karmaşık ya da tam olarak tanımlanamayan durumlarda klasik sayısal ifadelerde, akla uygun tanım yapabilmek için oldukça kullanışlı olmaktadır.

Örneğin, "ağırlık" bir dilsel ifade olup, onun değeri ise çok düşük, düşük, orta, yüksek ya da çok yüksek gibidir. Bu dilsel ifadeler ayrıca bulanık sayılarla da belirtilmektedir. $\tilde{m} = (m_1, m_2, m_3)$ ve $\tilde{n} = (n_1, n_2, n_3)$ iki üçgen bulanık sayı olup, bu iki bulanık sayı arasındaki uzaklığın bulunmasında verteks yöntemi kullanılmaktadır. Verteks yöntemi aşağıdaki şekilde ifade edilir:

$$d(\tilde{m}, \tilde{n}) = \sqrt{\frac{1}{3} [(m_1 - n_1)^2 + (m_2 - n_2)^2 + (m_3 - n_3)^2]} \quad (4.8)$$

\tilde{A} ve \tilde{B} iki üçgen bulanık sayı olsun. \tilde{A} bulanık sayısı, $d(\tilde{A}, \tilde{B})$ yaklaşımı 0 için \tilde{B} bulanık sayısına yakındır. Birçok uzaklık ölçme fonksiyonları bulunmaktadır, ancak iki üçgen bulanık sayı arasındaki uzaklığı hesaplamak için verteks yöntemi yararlı ve basit bir yöntemdir. Verteks yönteminin bazı önemli özellikleri aşağıdaki gibi tanımlanmıştır [90].

Özellik 1: \tilde{m} ve \tilde{n} gerçel sayılar ise, uzaklık ölçüsü $d(\tilde{m}, \tilde{n})$ öklit uzaklığı ile aynıdır.

İspat: $\tilde{m} = (m_1, m_2, m_3)$ ve $\tilde{n} = (n_1, n_2, n_3)$ iki gerçel sayılar olsun. $m_1 = m_2 = m_3 = m$ ve $n_1 = n_2 = n_3 = n$ olmaktadır. $d(\tilde{m}, \tilde{n})$ uzunluk ölçüsü aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır :

$$d(\tilde{m}, \tilde{n}) = \sqrt{\frac{1}{3} [(m_1 - n_1)^2 + (m_2 - n_2)^2 + (m_3 - n_3)^2]} \quad (4.9)$$

$$= \sqrt{\frac{1}{3} [(m_1 - n_1)^2 + (m_2 - n_2)^2 + (m_3 - n_3)^2]}$$

$$= \sqrt{\frac{1}{3} [(m - n)^2 + (m - n)^2 + (m - n)^2]}$$

$$= \sqrt{(m - n)^2}$$

$$= |m - n|$$

Özellik 2: \tilde{m} ve \tilde{n} iki üçgen bulanık sayısı sadece ve sadece $d(\tilde{m}, \tilde{n}) = 0$ ise birbirine eşittir.

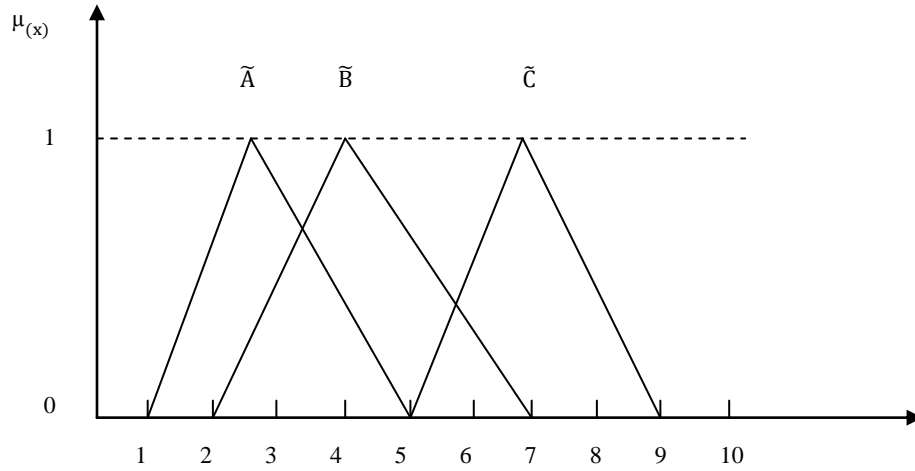
İspat: $\tilde{m} = (m_1, m_2, m_3)$ ve $\tilde{n} = (n_1, n_2, n_3)$ iki üçgen bulanık sayı olsun. Eğer \tilde{m} ve \tilde{n} birbirine eşit ise, $m_1=n_1$, $m_2=n_2$, $m_3=n_3$ olur. \tilde{m} ve \tilde{n} arasındaki uzaklık:

$$d(\tilde{m}, \tilde{n}) = \sqrt{\frac{1}{3} [(m_1-n_1)^2 + (m_2-n_2)^2 + (m_3-n_3)^2]} \quad (4.10)$$

$$= \sqrt{\frac{1}{3} [(0)^2 + (0)^2 + (0)^2]}$$

$$= 0$$

Buradan anlaşılacağı gibi $m_1=n_1$, $m_2=n_2$, $m_3=n_3$ 'tür. Bundan dolayı, iki üçgen bulanık sayı olan \tilde{m} ve \tilde{n} birbirine eşittir ve bu özellik kanıtlanmıştır.



Şekil 4.2. Üç üçgen bulanık sayı [90].

Özellik 3: \tilde{A} , \tilde{B} ve \tilde{C} , üç üçgen bulanık sayı olsun. Bulanık sayı \tilde{B} , sadece ve sadece $d(\tilde{A}, \tilde{B}) < d(\tilde{A}, \tilde{C})$ olduğunda, bulanık sayı \tilde{A} 'ya bulanık sayı \tilde{C} 'den daha yakındır. Bu özellik önemsizdir. Örneğin Şekil 4.2.'de, üç bulanık sayıyı $\tilde{A}=(1,3,5)$, $\tilde{B}=(2,4,7)$, $\tilde{C}=(5,7,9)$ olarak göstermektedir. Şekil 4.2.'de bulanık sayı \tilde{B} 'nin, bulanık sayı \tilde{A} 'ya bulanık sayı \tilde{C} 'den daha yakın olduğu kolaylıkla görülebilmektedir. Vertex yöntemine göre uzunluk hesaplandığında:

$$d(\tilde{A}, \tilde{B}) = \sqrt{\frac{1}{3} [(1-2)^2 + (3-4)^2 + (5-7)^2]} \quad (4.11)$$

$$= \sqrt{2}$$

$$d(\tilde{A}, \tilde{C}) = \sqrt{\frac{1}{3} [(1-5)^2 + (3-7)^2 + (5-9)^2]} \quad (4.12)$$

$$= \sqrt{4}$$

Çıkan sonuca göre bulanık sayı \tilde{B} , bulanık sayı \tilde{A} 'ya bulanık sayı \tilde{C} 'den daha yakındır.

Özellik 4: $Q = (0, 0, 0)$ orjin olsun. Eğer $d(\tilde{A}, \tilde{Q}) < d(\tilde{B}, \tilde{Q})$ ise bulanık sayı \tilde{A} , bulanık sayı \tilde{B} 'den, orjine daha yakındır.

4.3. TOPSIS Yöntemi

TOPSIS Yöntemi (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) Yoon ve Hwang (LAI HWANG, C. ve YOON K.P) tarafından 1980 yılında ELECTRE yöntemine bir seçenek olarak geliştirilmiştir ve çok ölçütlü karar verme yöntemleri arasında en yaygınlarından biri olarak kullanılmaktadır. Metodun temel düzeni; seçilmiş seçenek, bir tür geometrik anlamda ideal çözüme en kısa uzaklıkta ve negatif-ideal çözüm denen uzak uzaklıkta olmalıdır. TOPSIS metodu her bir ölçütün tekdüze bir şekilde artan ya da azalan fayda eğilimine sahip olduğunu varsaymaktadır [92]. Bundan dolayı, ideal ve negatif-ideal çözümleri tanımlamak kolaydır.

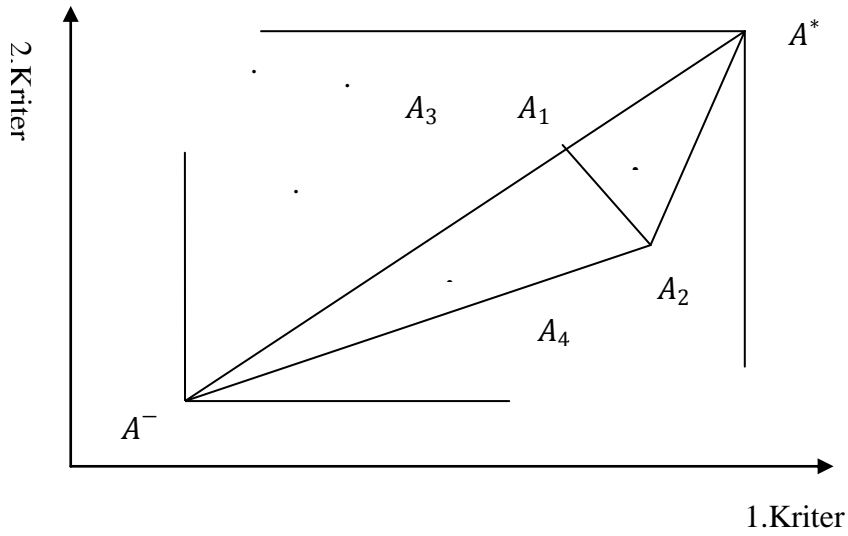
Öklid uzaklığı yaklaşımı seçeneklerin ideal çözüme görelî yakınlıklarını değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Böylece bu görelî uzaklıklarının karşılaştırılmalarının bir serisi aracılığıyla seçeneklerin tercih sırası çıkarılabilmektedir [93]. Daha sonraları bu düşünce Zeleny (1982) ve Hall (1989) [94] tarafından da uygulanmıştır. Yoon (1987) ve Hwang, Lai ve Liu [95] tarafından geliştirilmiştir.

Pozitif- İdeal ve Negatif-İdeal Çözümler: İdeal çözüm tüm ölçütler göz önüne alındığında seçilen seçeneğin bu ölçütleri ideal seviyelerde yerine getirmesidir. Bununla birlikte ideal çözüm uygulanamaz veya ulaşılamaz olabilir. Bu nedenle yapılması gereken ideale en yakın noktanın seçilmesidir.

Pozitif-İdeal çözüm: $A^* = (x_1^*, \dots, x_j^*, \dots, x_n^*)$ x_j^* değeri tüm seçenekler arasında j. ölçüt için en iyi değerdir.

Negatif-İdeal çözüm: $A^- = (x_1^-, \dots, x_j^-, \dots, x_n^-)$ x_j^- değeri tüm seçenekler arasında j. ölçüt için en kötü değerdir.

Örneğin Şekil 4.3.'deki gibi A_1 ve A_2 gibi iki seçeneği göz önüne alırsak A_1 , A^* 'a en yakın noktadır, fakat A_2 ise aynı zamanda A^- 'den en uzak noktadır.



Şekil 4.3. İki boyutlu uzayda pozitif-ideal ve negatif ideal çözümler kümesi [47].

4.3.1. TOPSIS yönteminin uygulama aşamaları

Adım 1: Karar Matrisinin (A) Oluşturulması: Karar matrisinin satırlarında üstünlükleri sıralanmak istenen karar noktaları, sütunlarında ise karar vermede kullanılacak değerlendirme faktörleri yer alır. A matrisi karar verici tarafından oluşturulan başlangıç matrisidir. Karar matrisi aşağıdaki gibi gösterilir:

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

A_{ij} matrisinde m karar noktası sayısını, n değerlendirme faktörü sayısını verir.

Adım 2: Normalize Karar Matrisinin (R) Oluşturulması: Normalize Karar Matrisi, A matrisinin elemanlarından yararlanarak ve aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m a_{kj}^2}} \quad (4.13)$$

R matrisi aşağıdaki gibi elde edilir:

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix}$$

Adım 3: Ağırlıklı Standart Karar Matrisinin (V) Oluşturulması: Öncelikle değerlendirme faktörlerine ilişkin ağırlık değerleri (w_i) belirlenir.

$$\left(\sum_{i=1}^n w_i = 1 \right) \quad (4.14)$$

Daha sonra R matrisinin her bir sütunundaki elemanlar ilgili w_i ile çarpılarak V matrisi oluşturulur. V matrisi aşağıda gösterilmiştir:

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_n r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix}$$

Adım 4: İdeal (A^*) ve Negatif İdeal (A^-) Çözümlerin Oluşturulması: TOPSIS yöntemi, her bir değerlendirme faktörünün monoton artan veya azalan bir eğilime sahip olduğunu varsaymaktadır. İdeal çözüm setinin oluşturulabilmesi için V matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlendirme faktörlerinin yani sütun değerlerinin en büyükleri (ilgili değerlendirme faktörü minimizasyon yönlü ise en küçüğü) seçilir. İdeal çözüm setinin bulunması aşağıdaki formülde gösterilmiştir.

$$A^* = \left\{ \left(\max_i v_{ij} | j \in J \right), \left(\min_i v_{ij} | j \in J' \right) \right\} \quad (4.15)$$

Yukarıdaki formülden hesaplanacak set $A^* = \{V_1^*, V_2^*, \dots, V_n^*\}$ şeklinde gösterilir. Negatif ideal çözüm seti ise, V matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlendirme faktörlerinin yani sütun değerlerinin en küçükleri (ilgili değerlendirme faktörü maksimizasyon yönlü ise en büyüğü) seçilerek oluşturulur. Negatif ideal çözüm setinin bulunması aşağıdaki formülde gösterilmiştir.

$$A^- = \left\{ \left(\max_i v_{ij} | j \in J \right), \left(\min_i v_{ij} | j \in J' \right) \right\} \quad (4.16)$$

Yukarıdaki formülden hesaplanacak set $A^- = \{V_1^-, V_2^-, \dots, V_n^-\}$ şeklinde gösterilir. Her iki formülde de J fayda (maksimizasyon), J' ise kayıp (minimizasyon) değerini göstermektedir. Gerek ideal gerekse negatif ideal çözüm seti, değerlendirme faktörü sayısı yani m elemandan oluşmaktadır.

Adım 5: Ayırım Ölçülerinin Hesaplanması: TOPSIS yönteminde her bir karar noktasına ilişkin değerlendirme faktör değerinin pozitif ideal ve negatif ideal çözüm setinden sapmalarının bulunabilmesi için Euclidian Uzaklık Yaklaşımından yararlanılmaktadır.

Buradan elde edilen karar noktalarına ilişkin sapma değerleri ise İdeal Ayırım (S_i^*) ve Negatif İdeal Ayırım (S_i^-) Ölçüsü olarak adlandırılmaktadır. İdeal ayırım (S_i^*) ölçüsünün hesaplanması ile Negatif İdeal Ayırım (S_i^-) ölçüsünün hesaplanması ise aşağıda gösterilmiştir.

$$S_i^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad (4.17)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (4.18)$$

Burada hesaplanacak S_i^* ve S_i^- sayısı doğal olarak karar noktası sayısı kadar olacaktır.

Adım 6: İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Hesaplanması: Her bir karar noktasının ideal çözüme göreli yakınlığının (C_i^*) hesaplanmasında ideal ve negatif ideal ayırım ölçülerinden yararlanılır. Burada kullanılan ölçüt, negatif ideal ayırım ölçüsünün toplam ayırım ölçüsü içindeki payıdır. İdeal çözüme göreli yakınlık değerinin hesaplanması aşağıdaki formülde gösterilmiştir.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^* + S_i^-} \quad (4.19)$$

Burada C_i^* değeri $0 \leq C_i^* \leq 1$ aralığında değer alır ve $C_i^* = 1$ ilgili karar noktasının ideal çözüme, $C_i^* = 0$ ilgili karar noktasının negatif ideal çözüme mutlak yakınlığını gösterir.

En iyi ya da optimal seçeneğe C_i^* 'in tercih sırasına göre karar verilebilir. Bu nedenle, en iyi seçenek ideal çözüme en yakın uzaklıkta bulunandır.

4.4. Bulanık TOPSIS Yöntemi

TOPSIS Yöntemi (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) Hwang and Yoon [92] tarafından geliştirilmiştir ve çok ölçütlü karar verme yöntemleri arasında yaygın olarak kullanılan tekniklerden biridir.

Metodun temel düzeni; seçilmiş seçenek, geometrik anlamda ideal çözüme en kısa uzaklıkta ve negatif-ideal çözümden en uzak uzaklıkta olmalıdır. Öklid uzaklığı yaklaşımı ile seçeneklerin ideal çözüme görelî yakınlıklarını değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

Chen [90] tarafından önerilen bulanık TOPSIS, bulanık ortam altında grup karar verme problemlerini çözmek için TOPSIS'i genişleten bir sistematik yaklaşımdır.

Bulanık TOPSIS yöntemi, belirsizliğin olduğu ve çoklu kararı vericilerin bulunduğu problemlerin çözümünde oldukça kullanışlıdır. Bu yöntemde ortamın daha gerçekçi yansıtılabilmesi için sayısal değerler yerine dilsel ifadeler kullanılmaktadır.

Belirlenen karar vericiler belirlenen kriterleri ve alternatifleri değerlendirirken düşüncelerini sözel olarak ifade ederler ve bu dilsel ifadeler daha sonra üçgen ya da yamuk bulanık sayılara dönüştürülerek her bir alternatifin yakınlık katsayıları hesaplanmaktadır. Elde edilen yakınlık katsayıları, değerlerine göre sıralanarak uygun alternatif seçilmektedir.

4.4.1. Bulanık TOPSIS yönteminin uygulama aşamaları

Adım 1: Uzman karar vericilerden bir grup oluşturulur. Karar vericilerin (KV) ardından kriterler $K = \{K_1, K_2, \dots, K_n\}$ ve kriterlerin ardında da alternatifler $A = \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$ belirlenir.

Alternatiflerin her bir kriter için değerlendirilmesinde ve kriterlerin önem ağırlıklarının belirlenmesinde dilsel ifadeler kullanılır. Karar vericiler de, kriterleri ve alternatifleri bu dilsel ifadelerle değerlendirirler.

Bu dilsel ifadeler, pozitif üçgen bulanık sayılarda Tablo 4.1. ve Tablo 4.2.'de belirtildiği gibi ifade edilebilmektedir.

Tablo 4.1. Kriterlerin önem ağırlığını belirlemede kullanılan dilsel ifadeler [90].

Çok Düşük (ÇD)	(0,0,0,0,0.1)
Düşük(D)	(0,0,0,1,0.3)
Biraz Düşük (BD)	(0,1,0,3,0.5)
Orta (E)	(0,3,0,5,0.7)
Biraz Yüksek (BY)	(0,5,0,7,0.9)
Yüksek (Y)	(0,7,0,9,1.0)
Çok Yüksek (ÇY)	(0,9,1,0,1.0)

Tablo 4.2. Alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılan dilsel ifadeler [90].

Çok Kötü (ÇK)	(0,0,1)
Kötü(K)	(0,1,3)
Biraz Kötü (BK)	(1,3,5)
Orta (E)	(3,5,7)
Biraz İyi (Bİ)	(5,7,9)
İyi (İ)	(7,9,10)
Çok İyi (Çİ)	(9,10,10)

Adım 2: Karar vericilerin dilsel ifadeleri kullanarak yaptıkları değerlendirmeler, Tablo 4.1. ve Tablo 4.2.'de gösterilen ölçekler üzerinden üçgen bulanık sayılara dönüştürülür. K tane karar vericinin olduğu varsayılan bir karar verici grubunda, kriterlerin önemi (\tilde{w}_j) ve her kriterle ilgili olarak her alternatifin değerlendirmesi (\tilde{x}_{ij}) aşağıdaki denklem ile hesaplanır.

$$\tilde{W}_j = \frac{1}{N} [\tilde{W}_j^1 (+) \tilde{W}_j^2 (+) \dots (+) \tilde{W}_j^N] \quad (4.20)$$

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{1}{N} [\tilde{x}_{ij}^1 (+) \tilde{x}_{ij}^2 (+) \dots (+) \tilde{x}_{ij}^N] \quad (4.21)$$

Adım 3: Tüm alternatif ve kriterlerden oluşan bir bulanık çok kriterli karar verme problem matrisi \tilde{D} aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{X}_{11} & \tilde{X}_{12} & \dots & \tilde{X}_{1n} \\ \tilde{X}_{12} & \tilde{X}_{22} & \dots & \tilde{X}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{X}_{m1} & \tilde{X}_{m2} & \dots & \tilde{X}_{mn} \end{bmatrix} \quad (4.22)$$

\tilde{x}_{ij} ve \tilde{w}_j dilsel ifadeleri, üçgen bulanık sayılarla $\tilde{x}_{ij} = (a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$ ve $\tilde{w}_j = (\tilde{w}_{j1}, \tilde{w}_{j2}, \tilde{w}_{j3})$ olarak tanımlanır.

Adım 4: Bulanık karar matrisi normalize edilir ve normalize edilmiş bulanık karar matrisi \tilde{R} ile gösterilerek aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n} \quad (4.23)$$

B ve C, fayda ve maliyet kriterleri olmak üzere,

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right), j \in B; \quad (4.24)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}} \right), j \in C; \quad (4.25)$$

$$j \in B \text{ ise } c_j^* = \max_i c_{ij} \quad (4.26)$$

$$j \in C \text{ ise } a_j^- = \min_i a_{ij} \quad (4.27)$$

Yukarıda bahsedilen normalizasyon yöntemi, özelliğini $[0,1]$ aralığındaki normalize edilmiş üçgen bulanık sayılar için korumaktadır.

Adım 5: Normalize bulanık karar matrisi \tilde{R} 'nin oluşturulmasının ardından her bir kriterin farklı ağırlığı göz önünde bulundurularak, ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisi aşağıdaki gibi oluşturulur ve Eşitlik 4.29 ile hesaplanır.

$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n}, i=1,2,3,\dots,m, j=1,2,3,\dots,n \quad (4.28)$$

$$\tilde{V}_{ij} = r_{ij}(x) \tilde{w}_j \quad (4.29)$$

Adım 6: Ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisine göre, elemanlar \tilde{v}_{ij} , $\forall i, j$ normalize edilmiş pozitif üçgen bulanık sayılar ve bunlar $[0,1]$ kapalı aralığında olmaktadır. Bulanık pozitif ideal çözüm (FPIS, A^*) ve bulanık negatif ideal çözüm (FNIS, A^-) aşağıda belirtildiği gibi tanımlanır.

$$A^* = (\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \dots, \tilde{v}_n^*) \quad (4.30)$$

$$A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_n^-) \quad (4.31)$$

Burada $j=1,2,3,\dots,n$ olmak üzere, $\tilde{V}_j^* = (1,1,1)$ ve $\tilde{V}_j^- = (0,0,0)$ olarak dikkate alınır.

Adım 7: Her bir alternatifin A^* ve A^- den uzaklıkları d_i^* ve d_i^- vertex yöntemine göre aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$d_i^* = \sum_{j=1}^n d(\tilde{V}_{ij}, \tilde{V}_j^*), \quad i=1,2,\dots,m \quad (4.32)$$

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d(\tilde{V}_{ij}, \tilde{V}_j^-), \quad i=1,2,\dots,m \quad (4.33)$$

Burada $d(\dots)$ iki bulanık sayı arasındaki mesafeyi göstermektedir.

Adım 8: Alternatiflerin sıralamasını belirlemek için her alternatifte A_i ($i=1,2,\dots,m$) ait yakınlık katsayıları hesaplanır. Bu yakınlık katsayıları aşağıda belirtildiği gibi hesaplanır.

$$cc_i = \frac{d_i^-}{d_i^* + d_i^-}, \quad i=1,2,\dots,m \quad (4.34)$$

Yakınlık katsayısına göre, alternatiflerin sıralaması belirlenir ve bu alternatif sıralamasından en uygun olanı seçilir.

4.5. VIKOR Yöntemi

VIKOR yöntemi karmaşık sistemlerin çok kriterli optimizasyonu için geliştirilmiştir. Opricovic (1998) tarafından ilk olarak ortaya atılan VIKOR yöntemi, 2004 yılında Opricovic ve Tzeng tarafından yapılan çalışma ile birlikte çok kriterli karar verme problemlerinin çözümünde kullanılmaya başlanmıştır.

Yöntemin adı olan VIKOR (Vlsekriterijumsa Optimizacija Kompromisno Resenje); slav kökenli ifadenin baş harflerinin kısaltılmasıyla oluşturulmuştur. Dilimizdeki anlamı ise; çok kriterli optimizasyon ve uzlaşık çözüm olarak ifade edilebilir [96].

Yöntem uzlaşık derecelendirme listesini, uzlaşık çözümü, başlangıç ağırlıklarıyla uzlaşık çözümün tercih dengesi için ağırlık denge aralıklarını belirler. Bu yöntem çelişen kriterlerin olduğu bir ortamda alternatifler kümesinin derecelendirilmesi ve seçim yapılmasına odaklanır. İdeal çözüme yakınlık ölçüsüne dayanan çok kriterli sıralama indeksini ortaya koyar [97].

Tam alternatifler her kriter fonksiyonuna göre değerlendirildiği kabul edilerek uzlaşık sıralama, ideal alternatife yakınlığın karşılaştırılması ile yapılabilir. Uzlaşık sıralama için çok kriterli ölçü, bir uzlaşık programlama yönteminde toplam fonksiyon olarak kullanılan L_p ölçeğinden geliştirilmiştir [98]. Çeşitli J alternatifleri a_1, a_2, \dots, a_j olarak belirtilmiştir. Alternatif a_j için için i 'nci kriterin sıralaması f_{ij} ile gösterilmiştir. Yani f_{ij} , a_j alternatifi için i 'nci kriter fonksiyonunun değeridir; n kriter sayısıdır [98]. VIKOR yönteminin geliştirilmesi L_p ölçeğinin aşağıdaki şekliyle başlamıştır:

$$L_{pj} = \left\{ \sum_{i=1}^n [w_i (f_i^* - f_{ij}) / (f_i^* - f_i)]^p \right\}^{1/p}, \quad 1 \leq p \leq \infty; \quad j=1, 2, \dots, j \quad (4.35)$$

VIKOR yönteminde L_{1j} ; Eşitlik 4.37'deki S_j gibi ve $L_{\infty j}$ Eşitlik 4.38'deki R_j gibi sıralama ölçüsünü formüle etmek için kullanılmaktadır.

$\min_j S_j$ ile elde edilen sonuç, maksimum grup faydası sağlar (“çoğunluk” kuralı), $\min_j R_j$ ile elde edilen sonuç “karşıt” görüştekilerin minimum bireysel pişmanlığını gösterir.

Uzlaşık sonuç F^c , ideal sonuç olan F^{**} 'a “en yakın” uygulanabilir bir sonuçtur, uzlaşma, $\Delta f_1 = f_1^* - f_1^c$ ve $\Delta f_2 = f_2^* - f_2^c$ ile karşılıklı ödünlerle kurulan bir anlaşmayı ifade eder.

4.5.1. VIKOR yönteminin uygulama aşamaları

Adım 1: Her bir kriter için en iyi f_1^* ve en kötü f_1^- değerler belirlenir. Eğer i kriteri oluşturulan model açısından “fayda” anlamında bir değerlendirme kriteri ise $i=1,2,\dots,n$ için aşağıdaki şekilde ifade edilir;

$$f_i^* = \max_j f_{ij} \quad f_i^- = \min_j f_{ij} \quad (4.36)$$

Adım 2: Her bir alternatif için S_j ve R_j değerleri hesaplanır. w_i , kriter ağırlığını ifade etmektedir.

$$S_j = \sum_{i=1}^n \frac{w_i (f_i^* - f_{ij})}{f_i^* - f_i^-} \quad (4.37)$$

$$R_j = \max \left[\frac{w_i (f_i^* - f_{ij})}{f_i^* - f_i^-} \right] \quad (4.38)$$

Adım 3: Her bir alternatif veya değerlendirme birimi için Q_j değerleri hesaplanır.

$$Q_j = v(S_j - S^*) / (S^- - S^*) + (1-v)((R_j - R^*) / (R^- - R^*)) \quad (4.39)$$

Yukarıdaki eşitlikte, $S^* = \min_j S_j$; $S^- = \max_j S_j$; $R^* = \min_j R_j$; $R^- = \max_j R_j$ değerlerini ifade etmektedir. v değeri maksimum grup faydasını sağlayan strateji için ağırlığı ifade ederken, $1-v$ değeri karşıt görüştekilerin minimum pişmanlığının ağırlığını ifade etmektedir [99]. Genellikle $v = 0,5$ kullanılır.

Adım 4: Elde edilen Q_j , S_j , R_j değerleri sıralanır. En küçük Q_j değerine sahip alternatif ya da değerlendirme birimi, alternatif grubu içerisindeki en iyi seçenek olarak ifade edilir.

Adım 5: Elde edilen sonucun geçerli olması için iki koşul sağlanmalıdır. Ancak bu şekilde, min Q değerine sahip alternatif, en iyi olarak nitelendirilebilir. Bu koşullar şu şekilde ifade edilebilir:

Koşul 1 (C1) - Kabul edilebilir avantaj: En iyi ve en iyiye en yakın seçenek arasında belirgin bir fark olduğunun kanıtlanmasını içeren koşuldur.

$$Q(P_2) - Q(P_1) \geq D(Q) \quad (4.40)$$

Bu eşitlikteki P_1 , en az Q değerine sahip birinci en iyi alternatif, P_2 ise ikinci en iyi alternatiftir.

$D(Q)$ değeri aşağıdaki eşitlikte ifade edilmiştir. j alternatif sayısını göstermektedir.

$$D(Q) = 1 / (j-1) \quad (4.41)$$

Koşul 2 (C2) - Kabul edilebilir istikrar: Elde edilen uzlaşık çözümün istikrarlı olduğunun kanıtlanması açısından şu koşulun sağlanması gerekir:

En iyi Q değerine sahip P_1 alternatifi S ve R değerlerinin de en az bir tanesinde en iyi skoru elde etmiş olmalıdır.

Belirtilen iki koşuldan bir tanesi sağlanamazsa uzlaşık çözüm kümesi şu şekilde önerilir:

- Eğer Koşul 2 sağlanmıyorsa P_1 ve P_2 alternatifleri,
- Eğer Koşul 1 sağlanmıyorsa P_1, P_2, \dots, P_M alternatifleri dikkate alınarak eşitsizlik şu şekilde ifade edilir:

$$Q(P_M) - Q(P_1) < D(Q) \quad (4.42)$$

Uzlaşık çözüm kümesi dâhilinde Q değerlerine göre sıralama yapılır. En iyi alternatif, minimum Q değerine sahip alternatiflerden birisidir [99].

4.6. Bulanık VIKOR Yöntemi

Klasik çok kriterli karar verme tekniklerinde kriter ağırlıklarının ve değerlendirmelerin kesin olarak bilindiği varsayılmaktadır. Ancak gerçek hayatta bazı durumlarda kesin ifadeler kullanmak mümkün olmamaktadır. Bu soruna çözüm olarak Fayed (1965) tarafından geliştirilen bulanık mantık teorisine dayalı bulanık kümelerden faydalanılabilir. Böylece kesin olarak ifade edilemeyen değişkenler dilsel değerlerle ifade edilebilir.

Bu teori çok kriterli karar verme tekniklerinde kullanılmaya başlanarak bulanık ÇKKV teknikleri geliştirilmiştir. Bunlardan biri de bulanık VIKOR yöntemidir. Bulanık VIKOR, elde edilen bulanık karar matrisi değerlerini kullanarak aşağıdaki aşamaları içeren bir algoritmadan oluşmaktadır [99].

4.6.1. Bulanık VIKOR yönteminin uygulama aşamaları

Adım 1: Öncelikle problemin çözümü için k sayıda karar verici, n tane alternatif ve m tane kriter belirlenir.

Adım 2: Dilsel değişkenler ve bu değişkenlerin karşılıkları bulanık sayılar olarak tanımlanır. Dilsel değişkenler kriter ağırlıklarını belirlemek ve alternatifleri derecelendirmek için kullanılır.

Adım 3: w_j^k 'n tane karar vericiden oluşan bir kümede n'inci karar vericinin değerlendirdiği karar kriterinin önem ağırlığını; \tilde{f}_{ij} , j kriterine göre i alternatifinin derecesini gösterebilir. Karar kriterlerinin önem ağırlıkları ve kriterler bazında alternatiflerin dereceleri Eşitlik 4.43 ve Eşitlik 4.44 kullanılarak her biri için tek bir değerlendirme olacak şekilde birleştirilir ve bütünleştirilmiş değerler elde edilir [99].

$$\widetilde{W}_j = \frac{1}{K} [\widetilde{W}_j^1 (+) \widetilde{W}_j^2 (+) \dots (+) \widetilde{W}_j^K] \quad (4.43)$$

$$\tilde{f}_{ij} = \frac{1}{K} [\tilde{f}_{ij}^1 (+) \tilde{f}_{ij}^2 (+) \dots (+) \tilde{f}_{ij}^k] \quad (4.44)$$

Adım 4: Tüm kriter ve alternatifler için tek bir değer elde edildikten sonra, i alternatifli ve j kriterli \tilde{D} bulanık karar matrisi ve W_j ağırlık matrisi Eşitlik 4.45' te gösterildiği şekilde oluşturulur.

$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{f}_{11} & \tilde{f}_{12} & \dots & \tilde{f}_{1j} \\ \tilde{f}_{21} & \tilde{f}_{22} & \dots & \tilde{f}_{2j} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \tilde{f}_{i1} & \tilde{f}_{i2} & \dots & \tilde{f}_{in} \end{bmatrix}, \quad \widetilde{W}_j = [\tilde{w}_1, \tilde{w}_2, \dots, \tilde{w}_j] \quad (4.45)$$

$$i=1,2,\dots,m; j=1,2,\dots,n$$

\tilde{f}_{ij} , i alternatifinin j. kriterine göre derecesini ve j \tilde{w}_j ise j. kriterin önem ağırlığını göstermektedir.

Adım 5: Bulanık karar matrisinde j kriteri fayda açısından değerlendiriliyorsa tüm kriter fonksiyonlarının en iyi \tilde{f}_j^* ve en kötü \tilde{f}_j^- değerleri Eşitlik 4.46 kullanılarak belirlenir.

$$\tilde{f}_j^* = \max_j \tilde{f}_{ij}, \quad \tilde{f}_j^- = \min_j \tilde{f}_{ij} \quad (4.46)$$

Adım 6: \tilde{S}_i , \tilde{R}_i değerleri Eşitlik 4.47 ve Eşitlik 4.48 ile hesaplanır.

$$\tilde{S}_i = \sum_{j=1}^n [\tilde{w}_j (\tilde{f}_i^* - \tilde{f}_{ij}) / (\tilde{f}_i^* - \tilde{f}_i^-)] \quad (4.47)$$

$$\tilde{R}_i = \max_j [\tilde{w}_j (\tilde{f}_i^* - \tilde{f}_{ij}) / (\tilde{f}_j^* - \tilde{f}_j^-)] \quad (4.48)$$

\tilde{w}_j , kriterlerin ağırlığını göstermektedir. \tilde{S}_i tüm kriterlere göre i. alternatifin en iyi bulanık değere uzaklığının toplamıdır. \tilde{R}_i ise j. kritere göre i. alternatifin en kötü bulanık değerlere olan maksimum uzaklığıdır. \tilde{f}_{ij}^* , A_1 alternatifi için j kriteri açısından sıralama derecesini gösterir.

\tilde{S}_i , \tilde{A}_i ile ilgili bütün kriterlerin en iyi bulanık değere uzaklığının toplamıyla hesaplanır. \tilde{R}_i , \tilde{A}_i ile ilgili j' inci kriterin en iyi bulanık değere maksimum uzaklığı ile hesaplanır.

Adım 7: \tilde{S}_i^* , \tilde{S}_i^- , \tilde{R}_i^* , \tilde{R}_i^- , \tilde{Q}_i değerleri aşağıdaki Eşitlik 4.49 ve Eşitlik 4.50'ye göre hesaplanır.

$$\tilde{S}_i^* = \min_i \tilde{S}_i, \quad \tilde{S}_i^- = \max_i \tilde{S}_i \quad (4.49)$$

$$\tilde{R}_i^* = \min_i \tilde{R}_i, \quad \tilde{R}_i^- = \max_i \tilde{R}_i \quad (4.50)$$

\tilde{S}_i^* , maksimum çoğunluk kuralını ve \tilde{R}_i^* ise farklı görüştekilerin minimum bireysel pişmanlığını ifade etmektedir. Bu hesaplamalardan sonra \tilde{Q}_i indeksi Eşitlik 4.51 denklemini kullanılarak elde edilir. \tilde{Q}_i indeksi, grup faydası ile bireysel pişmanlığı birlikte değerlendirilmesi ile hesaplanır. v değeri maksimum grup faydasını sağlayan stratejinin önemini ifade eder iken, 1-v bireysel pişmanlık değerini ifade eder. Uzlaşmacı çoğunluk için $v \approx 0.5$ alınabilir [99].

Adım 8: Bu aşamada bulanık sayıların ortalamaları alınarak durulaştırılmış ve S_i , R_i ve Q_i indeks değerleri bulunur. Daha sonra elde edilen indeks değerlerine göre alternatifler sıralanır. İndeks değeri en küçük olan en iyi alternatifi göstermektedir.

Adım 9: Bu aşamada belirlenen en iyi alternatifin uzlaştırıcı çözüm olup olmadığının belirlenmesi gerekir. Uzlaştırıcı en iyi çözümü belirlemek için aşağıdaki iki koşulun uygunluğu kontrol edilir.

1.Koşul: Kabul Edilebilir Avantaj: Bu koşul en iyi ve en yakın seçenek arasında belirgin bir fark olduğunun kanıtlanmasını içerir ve Eşitlik 4.52' de gösterilmiştir.

$$Q(a'') - Q(a') \geq DQ \quad (4.52)$$

$$DQ = \frac{1}{m-1} \quad (DQ = 0.25 \text{ eğer } m \leq 4) \quad (4.53)$$

a' değeri sıralamada birinci sırada yer alan alternatif ve a'' sıralamada en iyi ikinci alternatifi gösterir. $DQ = 1 / (m-1)$; m alternatif sayısını gösterir.

2.Koşul: Kabul edilebilir istikrar: En iyi Q değerine sahip a' alternatifi S ve R değerlerinden en az bir tanesinde en iyi skoru elde etmiş olmalıdır.

Eğer koşul 1 sağlanmaz ise ve $Q(a^{(m)}) - Q(a') \leq DQ$ olursa, $a^{(m)}$ ve a' uzlaştırıcı çözüm olur.

Eğer koşul 2 sağlanmaz ise, her ne kadar a' nın nispi bir avantajı olsa da karar vermede tutarlılık yetersiz olur. Bundan dolayı uzlaşma çözümleri a' ve a'' aynıdır.

Adım 10: Uzlaşık çözüm kümesinde şartları sağlayan en küçük Q_i değerine sahip alternatif en iyi çözüm olarak belirlenir.

4.7. PROMETHEE Yöntemi

PROMETHEE yöntemi temelde karar noktalarının değerlendirme faktörlerine göre ikili kıyaslamalarına dayanır.

Diğer çoklu karar verme yöntemlerinden temel farkı, değerlendirme faktörlerinin birbirleri arasında ilişki düzeyini gösteren önem ağırlıklarının yanı sıra, her bir değerlendirme faktörünün kendi iç ilişkisini de dikkate almasıdır. PROMETHEE yöntemi zamanla geliştirilmiştir [101]. [102].

PROMETHEE I yöntemi kullanılarak alternatiflerin belirlenen kriterler temelinde karşılaştırılması ile kısmi öncelikleri (kısmi sıralama) tespit edilir.

PROMETHEE II yöntemi kullanılarak alternatiflerin belirlenen kriterler temelinde karşılaştırılması neticesinde net öncelikleri (tam sıralama) tespit etmek mümkündür [101]. [102].

4.7.1. PROMETHEE yönteminin hazırlık aşaması

PROMETHEE yönteminin uygulanabilmesi için bir hazırlık aşaması mevcuttur. Bu aşamada tanımlanan seçim ve sıralama problemine bağlı olarak alternatifler, değerlendirme kriterleri ve kriter ağırlıkları belirlenir.

Alternatif: Tanımlanan seçim ve sıralama problemlerine çözüm olabilecek seçeneklerdir.

Kriter: Problem ile ilgili olarak seçilecek olan alternatifin sahip olması gereken özellikleridir. Kriter sayısı problemin tipine bağlı olarak değişebilir.

Kriter Ağırlığı: Problem için belirlenen kriterlerin birbirlerine göre önem derecelerinin tespit edilip buna bağlı olarak kriterlere sayısal atamalar yapılmasıdır.

Problemin tanımlanıp, bununla ilgili alternatifler, kriterler ve ağırlıkların tespit edilmesinin ardından PROMETHEE yöntemi uygulama aşamalarına geçilebilir.

4.7.2. PROMETHEE yöntemi algoritması

Birden çok alternatif ve alternatifler ile ilgili birden çok kriterden oluşan seçim ve sıralama problemlerinde kullanılan PROMETHEE yönteminin uygulama süreçlerinin algoritması 7 adımdan oluşmaktadır [21]. Bunlar;

1. Veri Kümesinin Oluşturulması
2. Tercih Fonksiyonlarının Belirlenmesi
3. Ortak Tercih Fonksiyonlarının Oluşturulması
4. Karar Noktalarına İlişkin Tercih İndekslerinin Belirlenmesi
5. Pozitif ve Negatif Üstünlüklerin Belirlenmesi

6. PROMETHEE I ile Kısmi Sıralama Yapılması
7. PROMETHEE II ile Karar Noktalarının Tam Olarak Sıralaması

4.7.3. PROMETHEE yönteminin uygulama aşamaları

Adım 1: Belirlenen alternatifler, kriterler, kriter ağırlıkları ve alternatiflerin ilgili kriterlere göre aldığı değerler bir veri matrisinde tablo haline getirilir.

Aşağıdaki veri matrisinde $w = (w_1, w_2, \dots, w_k)$ ağırlıklarına sahip k kriter tarafından $c = (f_1, f_2, \dots, f_k)$ değerlendirilen alternatiflere $A=(a, b, c, \dots)$ ilişkin Tablo 4.3.'de verilen şekilde veri matrisi oluşturulur.

Tablo 4.3. Veri matrisin gösterimi.

		Kriterler				
		f_1	f_2	f_3	---	f_k
Alternatifler	A	$f_1(A)$	$f_2(A)$	$f_3(A)$	---	$f_k(A)$
	B	$f_1(B)$	$f_2(B)$	$f_3(B)$	---	$f_k(B)$
	C	$f_1(C)$	$f_2(C)$	$f_3(C)$	---	$f_k(C)$
	---	---	---	---	---	---
	Z	$f_1(Z)$	$f_2(Z)$	$f_3(Z)$		$f_k(Z)$
Ağırlıklar	weight	w_1	w_2	w_3	---	w_k

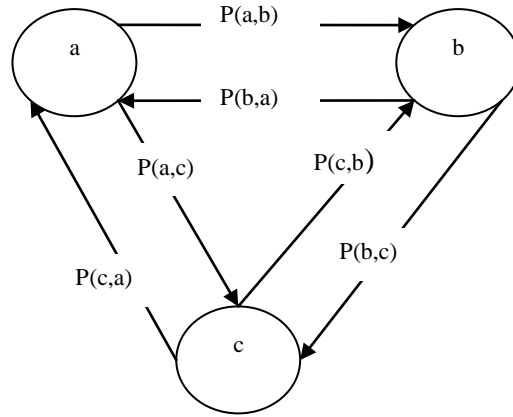
Adım 2: Kriterler için tercih fonksiyonları tanımlanır. Tercih fonksiyonları kriterin yapısına ve alternatiflerde kriter temelinde aranan özelliklere bağlı olarak belirlenir.

Yöntemin uygulanmasında kullanılacak 6 farklı tercih fonksiyonu tanımlanmıştır. İlgili fonksiyonlar Şekil 4.4.'de gösterilmiştir.

Tip	Parametreler	Fonksiyon	Grafik, p(x)
Birinci Tip	-	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ 1, & x > 0 \end{cases}$	
İkinci Tip	l	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq l \\ 1, & x > l \end{cases}$	
Üçüncü Tip	m	$p(x) = \begin{cases} x/m, & x \leq m \\ 1, & x \geq m \end{cases}$	
Dördüncü Tip	q,p	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq q \\ 1/2, & q < x \leq q+p \\ 1, & x > q+p \end{cases}$	
Beşinci Tip	s,r	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq s \\ \frac{x-s}{r}, & s < x \leq s+r \\ 1, & x \geq s+r \end{cases}$	
Altıncı Tip	ó	$p(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 0 \\ 1 - e^{-x^2/2\sigma^2}, & x \geq 0 \end{cases}$	

Şekil 4.4. Tercih fonksiyonları [21].

Adım 3: Kriterler için belirlenen tercih fonksiyonları temel alınarak alternatif kümesinde bulunan alternatif çiftleri için ortak tercih fonksiyonları belirlenir. Alternatifler için belirlenen ortak tercih fonksiyonlarının şematik gösterimi Şekil 4.5.'de verilmiş olup a ve b alternatifleri için ortak tercih fonksiyonu Eşitlik 4.54 – Eşitlik 4.56 ile belirlenir.



Şekil 4.5. Ortak tercih fonksiyonlarının şematik gösterimi [21].

$$P(a,b) = \begin{cases} 0, & f(a) \leq f(b) \\ p[f(a), f(b)], & f(a) > f(b) \end{cases} \quad (4.54)$$

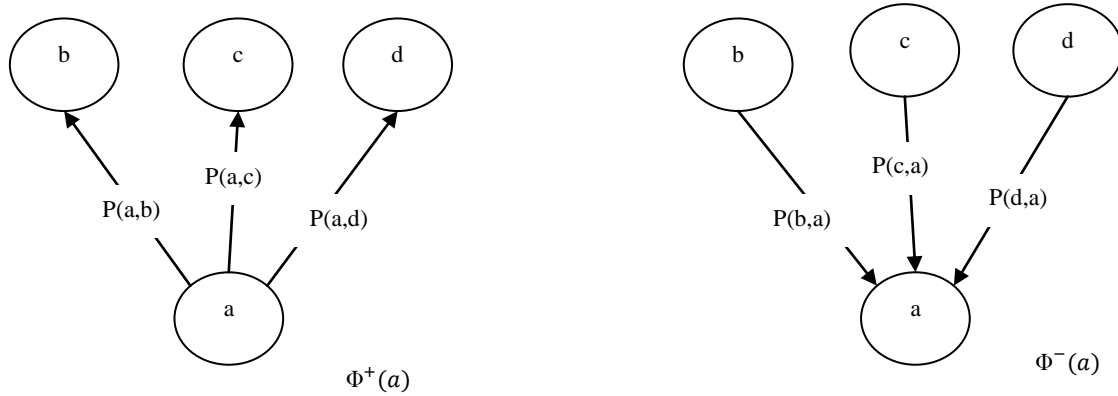
$$p[f(a), f(b)] = p[x] \quad (4.55)$$

$$p[x] = f(a) - f(b) \quad (4.56)$$

Adım 4: Belirlenen ortak tercih fonksiyonlarından hareketle her alternatif çifti için tercih indeksleri belirlenir. Alternatif kümesinde w_i ($i=1,2,\dots,k$) ağırlığına sahip olan k kriter tarafından değerlendirilen a ve b alternatiflerinin tercih indeksleri Eşitlik 4.57 ile hesaplanır.

$$P(a,b) = \frac{\sum_{i=1}^k w_i * P_i(a,b)}{\sum_{i=1}^k w_i} \quad (4.57)$$

Adım 5: Alternatifler için pozitif (Φ^+) ve negatif (Φ^-) üstünlükler belirlenir. Alternatif kümesinde yer alan a alternatifi için pozitif ve negatif üstünlük şematik olarak Şekil 4.6.'da gösterilmiş olup; pozitif üstünlük Eşitlik 4.58, negatif üstünlük ise Eşitlik 4.59 ile hesaplanır.



Şekil 4.6. Alternatif a için hesaplanan pozitif ve negatif üstünlük [21].

$$\Phi^+(a) = \frac{1}{m-1} \sum \pi(a,x) \quad x=(b,c,d,\dots) \quad (4.58)$$

$$\Phi^-(a) = \frac{1}{m-1} \sum \pi(x,a) \quad x=(b,c,d,\dots) \quad (4.59)$$

Adım 6: PROMETHEE I ile kısmi öncelikler belirlenir. Kısmi öncelikler alternatif kümesinde yer alan alternatiflerin birbirlerine göre tercih edilme durumlarını, birbirinden farksız olan alternatifleri ve birbirleriyle karşılaştırılmayacak olan alternatiflerin belirlenmesini sağlar, a ve b alternatif kümesinde yer alan iki alternatif iken kısmi önceliklerin belirlenmesinde aşağıda verilen durumlar söz konusudur.

Aşağıda verilen durumlardan herhangi biri sağlanıyorsa a alternatifi b alternatifine tercih edilir.

$$\Phi^+(a) > \Phi^+(b) \text{ ve } \Phi^-(a) < \Phi^-(b) \quad (4.60)$$

$$\Phi^+(a) > \Phi^+(b) \text{ ve } \Phi^-(a) = \Phi^-(b) \quad (4.61)$$

$$\Phi^+(a)=\Phi^+(b) \text{ ve } \Phi^-(a)<\Phi^-(b) \quad (4.62)$$

Aşağıda verilen durum sağlanıyor ise a alternatifi b alternatifinden farksızdır.

$$\Phi^+(a)=\Phi^+(b) \text{ ve } \Phi^-(a)=\Phi^-(b) \quad (4.63)$$

Aşağıda verilen durumlardan herhangi biri sağlanıyor ise a alternatifi b alternatifi ile karşılaştırılmaz.

$$\Phi^+(a)>\Phi^+(b) \text{ ve } \Phi^-(a)>\Phi^-(b) \quad (4.64)$$

$$\Phi^+(a)<\Phi^+(b) \text{ ve } \Phi^-(a)<\Phi^-(b) \quad (4.65)$$

Adım 7: PROMETHEE II ile alternatifler için net öncelikler aşağıdaki şekilde hesaplanır. Hesaplanan net öncelik değeri ile alternatif kümesinde yer alan bütün alternatifler aynı düzlemde değerlendirilerek tüm alternatifleri kapsayan tam sıralama belirlenir.

$$\Phi(a)=\Phi^+(b)-\Phi^-(a) \quad (4.66)$$

a ve b alternatif kümesinde yer alan iki alternatif iken hesaplanan net öncelik değerine bağlı olarak aşağıda verilen kararlar alınır.

$\Phi(a)>\Phi(b)$ ise, a alternatifi daha üstündür.

$\Phi(a)=\Phi(b)$ ise, a ve b alternatifleri karşılaştırılmaz.

4.8. Bulanık PROMETHEE Yöntemi

Bulanık PROMETHEE, PROMETHEE ve bulanık sayıların bir arada, bütünleşik bir şekilde kullanıldığı bir ÇKKV yöntemidir.

Bulanık PROMETHEE algoritması prensipte PROMETHEE yöntemininki ile aynı mantıkla yürütülmektedir, ancak orijinal yöntemin algoritmasına ait olan metodolojiye sadece bulanık sayı mantığı eklenmiştir.

Bu notasyonda, x değişkeni kesinlikle üyelik fonksiyonu olan $f(x)$ 'in 1 değerini alacağı bulanık kümeye aittir. Aynı zamanda, $x=(m, a, b)_{LR}$ bulanık sayısı $(m-a)$ 'dan küçük ve $(m+b)$ 'den büyük değerler için bu kümeye ait değildir. $[m-a < x < m+b]$ aralığının içindeki değerler için üyelik derecesi, değeri 0 ve 1 arasında değişen üyelik fonksiyonu tarafından verilir.

Bu çalışmada bulanık PROMETHEE yöntemi Goumas ve Lygerou. (2000) ve Bilsel ve ark. (2006) [91] tarafından öne sürüldüğü gibi uygulanmıştır. Dolayısıyla, tüm işlemler ve hesaplamalar daha önce PROMETHEE yönteminin prensiplerinde anlatıldığı gibi ancak kesin sayılar yerine bulanık sayılar kullanılarak gerçekleştirilecektir, bununla birlikte tercih eşik değerleri (q ve p) ve ağırlıklar kesin sayı olarak kalacaktır.

Alternatif değerlendirmeleri bulanık sayılar olarak ayarlanması karar vericinin görüşlerindeki kalitatif bilgilerin ve belirsizliğin eksiksiz bir matematiksel tanıma dönüştürülmesine yardımcı olacaktır [91].

Çalışmada kullanılacak tercih fonksiyonu olarak Lineer tercih fonksiyonu tipi (5. Tip) seçilmiştir. Lineer tercih fonksiyonunun matematiksel olarak gösterimi Eşitlik 4.67'de gösterilmektedir.

$$P(a,b)=0, \quad d \leq q \text{ için}$$

$$P(a,b)=\frac{d-q}{p-q}, \quad q \leq d \leq p \text{ için} \quad (4.67)$$

$$P(a,b)=1, \quad d \geq p \text{ için}$$

Bulanık sayılarla hesaplama yapan bulanık PROMETHEE yöntemi kullanıldığı zaman, Eşitlik 4.67'deki a ve b alternatiflerinin performansları arasındaki farkı gösteren d değeri, bir $x = (n, c, d)$ bulanık sayısı olarak ifade edilecektir ve Eşitlik 4.67 aşağıda görüldüğü gibi Eşitlik 4.68 olarak değişecektir.

$$P(a,b)=0, \quad n-c \leq q \text{ için}$$

$$P(a,b)=\frac{d-q}{p-q}, \quad q \leq n-c \text{ ve } n+d \leq p \text{ için} \quad (4.68)$$

$$P(a,b)=1, \quad n+d \geq p \text{ için}$$

Yöntemin uygun şekilde uygulanabilmesi için PROMETHEE' nin uygulama ilkelerine göre, tek ve çok kriter için tercih indeksleri $[0,1]$ aralığında bulunmalıdır. Bu nedenle $c(\alpha, \beta) = (m, c, d)$ bulanık sayısının üyelik fonksiyonu $m-c \geq 0$ ve $m+d \leq 1$ olacak şekilde ayarlanmalıdır [91].

Sonuç olarak, anlatılan metodolojiden bulanık PROMETHEE yönteminde elde edilecek sonuçların bulanık sayılar olacağı öngörülebilmektedir. Dolayısıyla, yöntemin uygulanacağı karar verme probleminde bir sonuca varabilmek için bu bulanık sayı sonuçların PROMETHEE yönteminin ilkelerine göre sıralanması gerekmektedir. Bu durum, problemin sonuçlarını belirten bulanık sayıların birbiriyle karşılaştırılması gerektiği gerçeğini doğurmaktadır.

Literatürde bulanık sayıları birbirleriyle karşılaştırılabilecek kesin sayılara dönüştürmek için kullanılacak pek çok durulaştırma yöntemi bulunmaktadır. Bu çalışmada, Goumas ve Lygerou tarafından, bulanık sayıları karşılaştırabilmek için öne sürülen Yager indeksi kullanılacaktır [91]. Önerilen Yager indeksi yöntemine göre, verilen bir bulanık sayının durulaştırılmış hali aşağıdaki Eşitlik 4.69 kullanılarak hesaplanabilmektedir :

$$F(m,a,b)=(3m-a+b) / 3 \quad (4.69)$$

Alternatiflerin kriterler temelinde değerlendirme matrisinde sahip oldukları değerler kullanılarak belirlenen tercih fonksiyonuna göre karşılaştırılması sonucunda elde edilen bulanık sonuçların durulaştırılması işleminden sonraki adımlar PROMETHEE yöntemindeki ile aynı şekilde takip edilir, ϕ^+ , ϕ^- ve ϕ^{net} değerlerinin hesaplanması işlemleri daha önce PROMETHEE yönteminin işleyişinde anlatıldığı gibi yürütülmektedir. Bu hesaplamalar yapıldıktan sonra, bulanık PROMETHEE I kısmi sıralaması ve bulanık PROMETHEE II tam sıralaması elde edilir.

BÖLÜM 5. BULANIK ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME METODLARI İLE MOBİLYA SEKTÖRÜNDE TEDARİKÇİ SEÇİMİ

5.1. Mobilya Sektöründe Tedarikçi Seçimi Uygulaması

Bu çalışmayla, Sakarya ilinde faaliyet gösteren mobilya fabrikasında tedarikçi seçimi problemine çözüm bulunması amaçlanmaktadır. Problemin çözümünde bulanık çok ölçütlü karar verme tekniklerinden Bulanık TOPSIS, Bulanık VIKOR, Bulanık PROMETHEE yöntemleri kullanılarak karar vericilerin işlerinin kolaylaştırılması ve belirlenen ölçütlere göre optimum tedarikçi seçim kararının daha objektif verilmesi hedeflenmektedir.

5.1.1. Uygulama yerinin tanıtımı

Çalışmanın yapıldığı fabrika 291 çalışanı olan ve Marmara ile Ege bölgesinin ürün ihtiyaçlarını daha hızlı karşılamaya amaçlayan bir firmadır. Firmada özellikle hammadde tedarikçisinde satın alma ve üretim departmanları arasında uzlaşmama durumu söz konusudur. Satın alma bölümü, maliyet faktörünü fazla önemserken, üretim bölümü ürünün kalitesi için işleyeceği hammaddenin istediği niteliklerde olmasını daha fazla önemsemektedir. Bu nedenlerden dolayı yapılan bu çalışma firma için oldukça önemlidir.

5.1.2. Uygulamanın amacı ve önemi

Sürekli artan rekabet koşulları altında işletmelerin var olma yollarından biri doğru tedarikçiler ile çalışmaktır. Sadece işletmeler arasında değil, aynı zamanda tedarikçiler arasında da yaşanan söz konusu rekabet koşullarında bir işletmeye en uygun olan tedarikçiyi seçmek; oldukça önemli ve zor bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır [103].

Yapılan çalışmalar tedarikçi seçiminin organizasyonun performansı üzerinde doğrudan etkili olduğunu ortaya koymaktadır. Organizasyonların tedarikçilere olan bağımlılığı arttıkça karar verme sürecinin değerlendirilmesi daha da kritik olmaktadır [104]. Bu sebepten tedarikçi seçiminde kişiye dayalı ve subjektif karar alma mekanizmaları yerine daha bilimsel ve matematiksel karar verme yöntemlerinin kullanılması hem işletme hem de çalışılan tedarikçi açısından optimum fayda ve karın sağlanması açısından oldukça önemlidir.

Sektördeki işletmelerle yapılan görüşmeler sırasında elde edilen bilgilere göre mobilya sektöründe tedarikçi seçiminin tesadüfi veya gelişigüzel yöntemlerle yapıldığı, bilimsel yöntemlerden çok sezgisel yöntemlerin ön planda olduğu bir yapı karşımıza çıkmaktadır.

Bu çalışmayla, Sakarya ilinde faaliyet gösteren mobilya fabrikasında tedarikçi seçim probleminde çözüm bulunması amaçlanmaktadır. Problemin çözümünde bulanık çok ölçütlü karar verme tekniklerinden Bulanık TOPSIS, Bulanık VIKOR, Bulanık PROMETHEE yöntemleri kullanılarak karar vericilerin işlerinin kolaylaştırılması ve belirlenen ölçütlere göre optimum tedarikçi seçim kararının daha objektif verilmesi hedeflenmektedir.

5.1.3. Uygulamada izlenen yaklaşımlar

Uygulamanın başlangıcında öncelikle işletmenin tedarikçi seçimine konu olacak ürününün tespiti gerçekleştirilmiştir. Tablo 5.1’de firmanın 9 ürünü üzerinden değerlendirme yapılmıştır. Ürünlerin 2014 yılına ait ay bazında üretim miktarları alınarak, tüm ürünler için toplam üretimdeki oranları hesaplanmıştır.

Tablo 5.1. Firmanın ürünleri ve üretim miktarları.

2014	H.	L.	D.	K.	V.	E.	M.	K.	S.	TOP.
ÜR.TOP.ORN.	16%	3%	10%	27%	4%	4%	2%	4%	29%	100%
OCAK	1257	253	640	0	385	415	286	1885	648	5769
ŞUBAT	1228	208	904	1200	248	211	150	391	564	5104

Tablo 5.1. Firmanın ürünleri ve üretim miktarları. (Devamı).

2014	H.	L.	D.	K.	V.	E.	M.	K.	S.	TOP.
MART	714	141	547	1600	164	225	132	109	2335	5967
NİSAN	1021	115	631	1556	181	240	159	46	2621	6570
MAYIS	698	108	440	1489	228	173	71	15	1827	5049
HAZİRAN	666	114	456	1500	193	258	59	16	2484	5746
TEMMUZ	1026	87	569	1932	253	133	89	8	1634	5731
AĞUSTOS	527	91	455	900	199	134	23	2	1915	4246
EYLÜL	524	90	321	800	121	124	43	2	7	2032
EKİM	519	119	238	1971	102	78	69	0	344	3440
KASIM	452	137	350	1200	160	144	70	2	507	3022
ARALIK	153	34	109	885	55	47	40	0	1411	2734
TOPLAM	8785	1497	5660	15033	2289	2182	1191	2476	16297	55410

Yukarıda görüldüğü gibi, 2014 yılının yıllık ciro oranı en yüksek ürünü Star ürünü olarak tespit edilmiştir ve bu nedenle bu tez kapsamında bu ürün için tedarikçi seçimi çalışması yapılmıştır. Tedarikçi seçim çalışması için işletmeye ait gider kalemleri ile ilgili Satın Alma Müdürü ile görüşülerek bilgi alınmıştır.

Bir birim Star ürününü oluşturan bir birim LKM malzemesinin maliyet oranı, toplam satın alım içindeki %40,9'luk oran ile işletmeye ait en önemli gider kalemidir. Bu malzemeyi sırasıyla % 29,7 oranla ahşap kasa, % 19,55 oran ile kumaş, % 6,15 oran ile sünger, % 3,7 oran ile mobilya aksesuarları ve bağlantı elemanları takip etmektedir.

LKM malzemesi ile ilgili ana malzeme grupları Tablo 5.2.'de gösterilmektedir. LKM malzemesini oluşturan bileşen malzemelerin satın alım (maliyet) oranları dikkate alınarak, star ürünü içindeki LKM malzemesinin oranı olan %40,9 üzerinden bu malzemenin içindeki bileşen malzemelerin oranları hesaplanmıştır.

Örneğin, profil bileşeni Star ürününün hammadde satın alma maliyetleri içinde %24,6'lık oranla en yüksek değere sahiptir. Bu nedenle tedarikçi seçiminde bu ürün tedarikçileri üzerine yoğunlaşmıştır.

Tablo 5.2. LKM malzemesine ait ana malzeme grupları.

LKM içindeki bileşen malzemeler	LKM içindeki bileşen malzemelerin maliyet oranı (%)	Toplam alım içindeki oranı(%)
Profil	60,23	24,6
Lastik Kolon	19,54	8
Kavak Çita	11,29	4,6
Kaynak Teli	8,94	3,7
TOPLAM	100	40,9

Uygulamanın ikinci aşamasında tedarikçi seçim ölçütlerin belirlenmesi amacıyla, literatürde tedarikçi seçiminde kullanılan ölçütler işletmenin satın alma, üretim planlama, malzeme ihtiyaç planlama, kalite bölümü yöneticilerinin incelemesine sunulmuş, sektörün özellikleri de dikkate alınarak kriterler belirlenmiştir. Bunun için Bulanık TOPSIS, Bulanık VIKOR, Bulanık PROMETHEE yöntemlerinde kullanılmak üzere, 5 uzmanla görüşülerek anket formu uygulanıp bu çalışmada incelenen kriterlerin ağırlıkları belirlenmiştir.

Kriterlerin ve kriter ağırlıklarının belirlenmesinin ardından alternatif olarak tanımlanan altı farklı tedarikçi, her bir kritere göre her bir uzman tarafından ayrı ayrı dilsel ifadelerle değerlendirilmiş ve ardından her bir dilsel ifade üçgen bulanık sayılara dönüştürülmüştür. Ortaya çıkan bu bulanık sayılar ile, Bulanık TOPSIS, Bulanık VIKOR ve Bulanık PROMETHEE yöntemlerine ait işlemler adım adım yapılmıştır.

Literatürden edinilen bilgiler ve fabrika içinden belirlenen karar vericiler ile yapılan görüşmeler sonucu oluşan fikirler ışığında 6 karar kriteri ile 6 tedarikçinin değerlendirilmesi uygun bulunmuştur. Bu karar kriterleri ve tedarikçiler aşağıda sırasıyla açıklanmıştır.

1.Üretim Araç/Gereç Kapasiteleri (K1): Teknik problemleri çözme becerisi, teknik eleman yeterlilikleri, araştırma geliştirme birimlerinin etkinliği, tedarikçinin üretebileceği ürün skalası teknik kapasite altında değerlendirilen kriterleri ifade eder.

2.Maliyet Avantajı (K2): Tedarik edilen hammaddenin firma için satın alma ve lojistik maliyeti ile birlikte toplam maliyetinin düşük olmasını ifade eder.

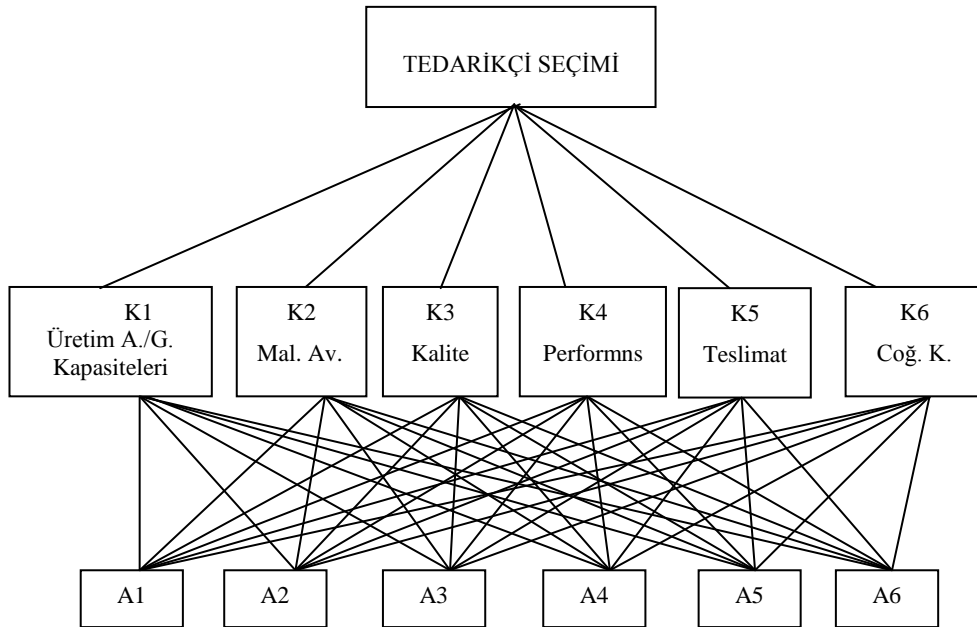
3.Kalite (K3): Hammaddenin firmanın istediği kalite düzeyinde, hata oranı düşük ve güvenilir olmasını ifade eder.

4.Performans (K4): Firmanın istediği; miktar, zaman ve teknik anlamdaki ani değişikliklere tedarikçinin cevap verebilmesini ifade eder, tedarikçinin müşteri isteklerine kolay uyum sağlayabilmesi olarak da tanımlanabilir.

5.Zamanında Teslimat (K5): Sipariş edilen hammaddenin tam firmanın istediği zamanda teslim edilebilmesini ifade eder.

6.Coğrafi Konum Yakınlığı (K6): Tedarikçinin yerleşimi, konumunu ifade eder.

Firmanın alternatif tedarikçileri; Ç. (A1), G. (A2), M. (A3), A. (A4), H. (A4), T. (A6) şeklindedir. Karar probleminin hiyerarşik yapısı, yapılan incelemeler sonucunda aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi belirlenmiştir.



Şekil 5.1. Karar probleminin hiyerarşik yapısı.

5.2. Mobilya Firmasında Tedarikçi Seçiminde Bulanık TOPSIS Yönteminin Uygulanması

Belirlenen kriterlerin önem ağırlıklarının belirlenmesinde ve alternatif tedarikçilerin her bir kriter üzerinden değerlendirilmesinde kullanılacak olan dilsel ifadeler sırasıyla Tablo 5.3. ve Tablo 5.4.'de gösterilmiştir.

Tablo 5.3. Kriterlerin önem ağırlığını belirlemede kullanılan dilsel ifadeler [90].

Çok Düşük (ÇD)	(0.0, 0.0, 0.1)
Düşük (D)	(0.0, 0.1, 0.3)
Biraz Düşük (BD)	(0.1, 0.3, 0.5)
Orta (E)	(0.3, 0.5, 0.7)
Biraz Yüksek (BY)	(0.5, 0.7, 0.9)
Yüksek (Y)	(0.7, 0.9, 1.0)
Çok Yüksek (ÇY)	(0.9, 1.0, 1.0)

Tablo 5.4. Alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılan dilsel ifadeler [90].

Çok Kötü (ÇK)	(0, 0, 1)
Kötü (K)	(0, 1, 3)
Biraz Kötü (BK)	(1, 3, 5)
Orta (E)	(3, 5, 7)
Biraz İyi (Bİ)	(5, 7, 9)
İyi (İ)	(7, 9, 10)
Çok İyi (Çİ)	(9, 10, 10)

Karar vericilerin Tablo 5.3.'de gösterilen dilsel ifadeleri kullanarak yaptıkları dilsel değerlendirmeler aşağıda Tablo 5.5.'de gösterilmiş olup, kullanılan dilsel ifadelerin üçgen bulanık sayı olarak gösterimi de Tablo 5.6.'da yer almaktadır.

Tablo 5.5. Kriter ağırlıklarının karar vericiler tarafından değerlendirilmesi.

	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5
K1	ÇY	ÇY	E	E	BD
K2	Y	Y	BY	Y	ÇY
K3	Y	ÇY	ÇY	ÇY	Y
K4	BY	Y	Y	BY	ÇY
K5	ÇY	ÇY	Y	Y	BY
K6	ÇY	ÇY	BD	BD	BD

Tablo 5.6. Kriter ağırlıklarının bulanık sayılarla gösterilmesi.

	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5
K1	(0.9,1.0,1.0)	(0.9,1.0,1.0)	(0.3,0.5,0.7)	(0.3,0.5,0.7)	(0.1,0.3,0.5)
K2	(0.7,0.9,1.0)	(0.7,0.9,1.0)	(0.5,0.7,0.9)	(0.7,0.9,1.0)	(0.9,1.0,1.0)
K3	(0.7,0.9,1.0)	(0.9,1.0,1.0)	(0.9,1.0,1.0)	(0.9,1.0,1.0)	(0.7,0.9,1.0)
K4	(0.5,0.7,0.9)	(0.7,0.9,1.0)	(0.7,0.9,1.0)	(0.5,0.7,0.9)	(0.9,1.0,1.0)
K5	(0.9,1.0,1.0)	(0.9,1.0,1.0)	(0.7,0.9,1.0)	(0.7,0.9,1.0)	(0.5,0.7,0.9)
K6	(0.9,1.0,1.0)	(0.9,1.0,1.0)	(0.1,0.3,0.5)	(0.1,0.3,0.5)	(0.1,0.3,0.5)

Beş karar verici tarafından değerlendirilen kriter ağırlıkları ise Eşitlik 4.20 yardımıyla tek bir değere indirgenmiş ve bu değerler de Tablo 5.7.'de gösterilmiştir:

Tablo 5.7. Kriter ağırlıklarının bulanık sayılarla gösterilmesi.

Kriterler	Ağırlıklar
K1	(0.50,0.66,0.78)
K2	(0.70,0.88,0.98)
K3	(0.82,0.96,1.00)
K4	(0.66,0.84,0.96)
K5	(0.74,0.90,0.98)
K6	(0.42,0.58,0.70)

Bir sonraki adımda, karar vericiler tüm tedarikçileri her bir kritere göre Tablo 5.4.'de verilen dilsel ifadelerle değerlendirmişlerdir. Bu dilsel değerlendirme Tablo 5.8.'de ve dilsel ifadelerin üçgen bulanık sayılara dönüşümü de Tablo 5.9.'da gösterilmektedir.

Tablo 5.8. Tedarikçilerin kriterlere göre karar vericiler tarafından değerlendirilmesi.

Kriterler	Tedarikçiler	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5
K1	A1	E	İ	Bİ	BK	Çİ
	A2	İ	E	İ	İ	Çİ
	A3	Bİ	İ	İ	Bİ	Çİ
	A4	Çİ	Çİ	İ	BK	İ
	A5	Bİ	Çİ	İ	Bİ	Çİ
	A6	İ	Çİ	Bİ	Çİ	İ
K2	A1	Bİ	E	İ	BK	Çİ
	A2	BK	Bİ	Çİ	Bİ	İ
	A3	İ	İ	Bİ	Çİ	Çİ
	A4	Çİ	İ	Bİ	İ	Çİ
	A5	Çİ	Bİ	İ	BK	Çİ

Tablo 5.8. Tedarikçilerin kriterlere göre karar vericiler tarafından değerlendirilmesi. (Devamı).

Kriterler	Tedarikçiler	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5
K2	A6	İ	İ	Bİ	İ	İ
K3	A1	E	BK	İ	E	BK
	A2	E	BK	İ	Bİ	BK
	A3	E	Bİ	İ	Çİ	E
	A4	Çİ	Bİ	İ	Çİ	E
	A5	İ	Bİ	İ	Çİ	Bİ
	A6	İ	Bİ	İ	Bİ	E
K4	A1	E	İ	İ	BK	Bİ
	A2	E	İ	İ	Bİ	İ
	A3	E	İ	Bİ	Çİ	İ
	A4	İ	Bİ	İ	Çİ	İ
	A5	E	İ	İ	Bİ	İ
	A6	İ	İ	Bİ	İ	Çİ
K5	A1	E	Bİ	İ	Bİ	İ
	A2	E	İ	İ	Bİ	İ
	A3	İ	Bİ	İ	Çİ	İ
	A4	Çİ	Bİ	İ	Çİ	Çİ
	A5	İ	BK	Bİ	Bİ	Bİ
	A6	İ	Bİ	BK	BK	İ
K6	A1	İ	Çİ	K	İ	BK
	A2	İ	Çİ	İ	İ	Bİ
	A3	Bİ	Bİ	İ	İ	BK
	A4	BK	Çİ	İ	İ	E
	A5	İ	Bİ	Bİ	İ	Bİ
	A6	İ	E	E	İ	K

Tablo 5.9. Tedarikçilerin kriterlere göre karar vericiler tarafından değerlendirilmesinin bulanık sayılarla gösterilmesi.

Kriterler	Tedarikçiler	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5
K1	A1	(3,5,7)	(7,9,10)	(5,7,9)	(1,3,5)	(9,10,10)
	A2	(7,9,10)	(3,5,7)	(7,9,10)	(7,9,10)	(9,10,10)
	A3	(5,7,9)	(7,9,10)	(7,9,10)	(5,7,9)	(9,10,10)
	A4	(9,10,10)	(9,10,10)	(7,9,10)	(1,3,5)	(7,9,10)
	A5	(5,7,9)	(9,10,10)	(7,9,10)	(5,7,9)	(9,10,10)
	A6	(7,9,10)	(9,10,10)	(5,7,9)	(9,10,10)	(7,9,10)
K2	A1	(5,7,9)	(3,5,7)	(7,9,10)	(1,3,5)	(9,10,10)
	A2	(1,3,5)	(5,7,9)	(9,10,10)	(5,7,9)	(7,9,10)
	A3	(7,9,10)	(7,9,10)	(5,7,9)	(9,10,10)	(9,10,10)
	A4	(9,10,10)	(7,9,10)	(5,7,9)	(7,9,10)	(9,10,10)

Tablo 5.9. Tedarikçilerin kriterlere göre karar vericiler tarafından değerlendirilmesinin bulanık sayılarla gösterilmesi. (Devamı).

Kriterler	Tedarikçiler	KV1	KV2	KV3	KV4	KV5
K2	A5	(9,10,10)	(5,7,9)	(7,9,10)	(1,3,5)	(9,10,10)
	A6	(7,9,10)	(7,9,10)	(5,7,9)	(7,9,10)	(7,9,10)
K3	A1	(3,5,7)	(1,3,5)	(7,9,10)	(3,5,7)	(1,3,5)
	A2	(3,5,7)	(1,3,5)	(7,9,10)	(5,7,9)	(1,3,5)
	A3	(3,5,7)	(5,7,9)	(7,9,10)	(9,10,10)	(5,7,9)
	A4	(9,10,10)	(5,7,9)	(7,9,10)	(9,10,10)	(3,5,7)
	A5	(7,9,10)	(5,7,9)	(7,9,10)	(9,10,10)	(5,7,9)
	A6	(7,9,10)	(5,7,9)	(7,9,10)	(5,7,9)	(3,5,7)
K4	A1	(3,5,7)	(7,9,10)	(7,9,10)	(1,3,5)	(5,7,9)
	A2	(3,5,7)	(7,9,10)	(7,9,10)	(5,7,9)	(7,9,10)
	A3	(3,5,7)	(7,9,10)	(5,7,9)	(9,10,10)	(7,9,10)
	A4	(7,9,10)	(5,7,9)	(7,9,10)	(9,10,10)	(7,9,10)
	A5	(3,5,7)	(7,9,10)	(7,9,10)	(5,7,9)	(7,9,10)
	A6	(7,9,10)	(7,9,10)	(5,7,9)	(7,9,10)	(9,10,10)
K5	A1	(3,5,7)	(5,7,9)	(7,9,10)	(5,7,9)	(7,9,10)
	A2	(3,5,7)	(7,9,10)	(7,9,10)	(5,7,9)	(7,9,10)
	A3	(7,9,10)	(5,7,9)	(7,9,10)	(9,10,10)	(7,9,10)
	A4	(9,10,10)	(5,7,9)	(7,9,10)	(9,10,10)	(9,10,10)
	A5	(7,9,10)	(1,3,5)	(5,7,9)	(5,7,9)	(5,7,9)
	A6	(7,9,10)	(5,7,9)	(1,3,5)	(1,3,5)	(7,9,10)
K6	A1	(7,9,10)	(9,10,10)	(0,1,3)	(7,9,10)	(1,3,5)
	A2	(7,9,10)	(9,10,10)	(7,9,10)	(7,9,10)	(5,7,9)
	A3	(5,7,9)	(5,7,9)	(7,9,10)	(7,9,10)	(1,3,5)
	A4	(1,3,5)	(9,10,10)	(7,9,10)	(7,9,10)	(3,5,7)
	A5	(7,9,10)	(5,7,9)	(5,7,9)	(7,9,10)	(5,7,9)
	A6	(7,9,10)	(3,5,7)	(3,5,7)	(7,9,10)	(0,1,3)

Yukarıdaki tabloda beş karar vericinin tüm alternatifleri her bir kriter üzerinden yaptığı değerlendirmelerinin üçgen bulanık sayılarla gösterimi, Eşitlik 4.21 kullanılarak, Tablo 5.10.'da gösterildiği gibi tek bir değere indirgenerek, bulanık karar matrisi elde edilmiştir.

Tablo 5.10. Bulanık karar matrisi.

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
A1	(5.0,6.8,8.2)	(5.0,6.8,8.2)	(3.0,5.0,6.8)	(4.6,6.6,8.2)	(5.4,7.4,9.0)	(4.8,6.4,7.6)
A2	(6.6,8.4,9.4)	(5.4,7.2,8.6)	(3.4,5.4,7.2)	(5.8,7.8,9.2)	(5.8,7.8,9.2)	(7.0,8.8,9.8)

Tablo 5.10. Bulanık karar matrisi. (Devamı).

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
A3	(6.6,8.4,9.6)	(7.4,9.0,9.8)	(5.8,7.6,9.0)	(6.2,8.0,9.2)	(7.0,8.8,9.8)	(5.0,7.0,8.6)
A4	(6.6,8.2,9.0)	(7.4,9.0,9.8)	(6.6,8.2,9.2)	(7.0,8.8,9.8)	(7.8,9.2,9.8)	(5.4,7.2,8.4)
A5	(7.0,8.6,9.6)	(6.2,7.8,8.8)	(6.6,8.4,9.6)	(5.8,7.8,9.2)	(4.6,6.6,8.4)	(5.8,7.8,9.4)
A6	(7.4,9.0,9.8)	(6.6,8.6,9.8)	(5.4,7.4,9.0)	(7.0,8.8,9.8)	(4.2,6.2,7.8)	(4.0,5.8,7.4)

Bulanık karar matrisi, Eşitlik 4.24 kullanılarak normalize edilmiş ve bu normalize edilmiş karar matrisi Tablo 5.11.'de gösterilmiştir:

Tablo 5.11. Normalize edilmiş bulanık karar matrisi.

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
A1	(0.61,0.83,1.0)	(0.61,0.83,1.0)	(0.44,0.74,1.0)	(0.56,0.80,1.0)	(0.60,0.82,1.0)	(0.63,0.84,1.0)
A2	(0.70,0.89,1.0)	(0.63,0.84,1.0)	(0.47,0.75,1.0)	(0.63,0.85,1.0)	(0.63,0.85,1.0)	(0.71,0.90,1.0)
A3	(0.69,0.88,1.0)	(0.76,0.92,1.0)	(0.64,0.84,1.0)	(0.67,0.87,1.0)	(0.71,0.90,1.0)	(0.58,0.81,1.0)
A4	(0.73,0.91,1.0)	(0.76,0.92,1.0)	(0.72,0.89,1.0)	(0.71,0.90,1.0)	(0.80,0.94,1.0)	(0.64,0.86,1.0)
A5	(0.73,0.90,1.0)	(0.70,0.89,1.0)	(0.69,0.88,1.0)	(0.63,0.85,1.0)	(0.55,0.79,1.0)	(0.62,0.83,1.0)
A6	(0.76,0.92,1.0)	(0.67,0.88,1.0)	(0.60,0.82,1.0)	(0.71,0.90,1.0)	(0.54,0.79,1.0)	(0.54,0.78,1.0)

Normalize edilmiş karar matrisinde bulunan değerlerin her biri, Tablo 5.7.'de belirtilen kriter ağırlıklarıyla çarpılarak ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisi elde edilmiştir. Bu değerler de Tablo 5.12.'de gösterilmiştir:

Tablo 5.12. Ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisi.

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
A1	(0.30,0.55,0.78)	(0.43,0.73,0.98)	(0.36,0.71,1)	(0.37,0.53,0.66)	(0.44,0.61,0.74)	(0.27,0.35,0.42)
A2	(0.35,0.59,0.78)	(0.44,0.74,0.98)	(0.39,0.72,1)	(0.42,0.56,0.66)	(0.47,0.63,0.74)	(0.30,0.38,0.42)
A3	(0.34,0.58,0.78)	(0.53,0.81,0.98)	(0.53,0.81,1)	(0.44,0.57,0.66)	(0.53,0.66,0.74)	(0.24,0.34,0.42)
A4	(0.37,0.60,0.78)	(0.53,0.81,0.98)	(0.59,0.86,1)	(0.47,0.59,0.66)	(0.59,0.69,0.74)	(0.27,0.36,0.42)
A5	(0.36,0.58,0.78)	(0.49,0.78,0.98)	(0.56,0.84,1)	(0.42,0.56,0.66)	(0.41,0.58,0.74)	(0.26,0.35,0.42)
A6	(0.38,0.61,0.78)	(0.47,0.77,0.98)	(0.49,0.79,1)	(0.47,0.59,0.66)	(0.40,0.59,0.74)	(0.23,0.33,0.42)

Ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisi oluşturulduktan sonra, bulanık pozitif ideal çözüm (FPIS, A^*) ve negatif ideal çözüm (FNIS, A^-), Eşitlik 4.30 ve Eşitlik 4.31 kullanılarak belirlenmiştir.

$$A^* = [(1,1,1),(1,1,1),(1,1,1),(1,1,1),(1,1,1),(1,1,1),(1,1,1)]$$

$$A^- = [(0,0,0), (0,0,0), (0,0,0), (0,0,0), (0,0,0), (0,0,0), (0,0,0)]$$

Her bir alternatifin FPIS'den ve FNIS'den olan uzaklıkları verteks yöntemi kullanılarak Eşitlik 4.32 ve Eşitlik 4.33 yardımıyla hesaplanmış olup, elde edilen sonuçlar da Tablo 5.13.'deki gibidir:

Tablo 5.13. FPIS ve FNIS' den olan uzaklıklar.

Tedarikçiler	d^*_i	d^-_i
A1	2.84	3.56
A2	2.71	3.64
A3	2.54	3.75
A4	2.41	3.85
A5	2.61	3.70
A6	2.65	3.68

Uzaklıkların belirlenmesinden sonra da son adım olarak Eşitlik 4.34 yardımıyla her bir alternatif için yakınlık katsayıları hesaplanmış ve bu katsayılar da Tablo 5.14.'de gösterilmiştir:

Tablo 5.14. Yakınlık Katsayıları.

Tedarikçiler	CC_i
A1	0.56
A2	0.57
A3	0.60
A4	0.61
A5	0.59
A6	0.58

Tablo 5.14. incelendiğinde yakınlık katsayıları büyükten küçüğe göre sıralandığında, alternatifler $A4 > A3 > A5 > A6 > A2 > A1$ şeklinde olmaktadır. Yani 4 nolu alternatif olan A4 en iyi seçim olacaktır. Bunu A3, A5 takip etmektedir.

5.3. Mobilya Firmasında Tedarikçi Seçiminde Bulanık VIKOR Yönteminin Uygulanması

Karar verici uzmanların yardımıyla, çelişkili kriterli bir problem için uzlaşık çözümler tanımlamaya ve alternatifler arasında bir sıralamaya dayanan bulanık VIKOR yönteminde de bulanık TOPSIS’de kullanılan verilerle değerlendirme yapılmıştır.

Bu veriler, bu çalışmanın başlangıcında seçilen karar verici uzmanların, Tablo 5.3.’te belirtilen dilsel ifadeler yardımıyla, Tablo 5.7.’de belirtilen altı kriterin ağırlıkları ve Tablo 5.4.’te belirtilen dilsel ifadeler ile Tablo 5.10.’da bulunan bulanık karar matrisi baz alınmıştır. Elde edilen bu verilerin ardından bulanık VIKOR yöntemi için daha önce açıklanan adımlar takip edilerek sonuca varılmıştır.

Bulanık TOPSIS yönteminin uygulamasında belirtilen kriterlerin ağırlıkları, bu bölümde de hatırlatma amaçlı olarak Tablo 5.15. ile tekrar ifade edilmiştir:

Tablo 5.15. Kriter ağırlıklarının bulanık sayılarla gösterilmesi.

Kriterler	Ağırlıklar
K1	(0.50,0.66,0.78)
K2	(0.70,0.88,0.98)
K3	(0.82,0.96,1.00)
K4	(0.66,0.84,0.96)
K5	(0.74,0.90,0.98)
K6	(0.42,0.58,0.70)

Bulanık karar matrisiyle kriter ağırlıklarının çarpımı ile elde edilen ağırlıklandırılmış bulanık karar matrisi Tablo 5.16.’da gösterilmiştir.

Tablo 5.16. Ağırlıklandırılmış bulanık karar matrisi.

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
A1	(2.50,4.49,6.40)	(3.50,5.98,8.04)	(2.46,4.80,6.80)	(3.04,5.54,7.87)	(4.00,6.66,8.82)	(2.02,3.71,5.32)
A2	(3.30,5.54,7.33)	(3.78,6.348,43)	(2.79,5.18,7.20)	(3.83,6.55,8.83)	(4.29,7.02,9.02)	(2.94,5.10,6.86)
A3	(3.30,5.54,7.49)	(5.18,7.92,9.60)	(4.76,7.30,9.00)	(4.09,6.72,8.83)	(5.18,7.92,9.60)	(2.10,4.06,6.02)
A4	(3.30,5.41,7.02)	(5.18,7.92,9.60)	(5.41,7.87,9.20)	(4.62,7.39,9.41)	(5.77,8.28,9.60)	(2.27,4.18,5.88)

Tablo 5.16. Ağırlıklandırılmış bulanık karar matrisi. (Devamı).

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
A5	(3.50,5.68,7.49)	(4.34,6.86,8.62)	(5.41,8.06,9.60)	(3.83,6.55,8.83)	(3.40,5.94,8.23)	(2.44,4.52,6.58)
A6	(3.70,5.94,7.64)	(4.62,7.57,9.60)	(4.43,7.10,9.00)	(4.62,7.39,9.41)	(3.11,5.58,7.64)	(1.68,3.36,5.18)

Bölüm 4’de belirtilen Bulanık VIKOR adımlarına göre yapılan işlemler aşağıda sırasıyla belirtilmiştir.

Herbir kriter için hesaplanan en iyi f_i^* ve en kötü f_i^- değerleri Tablo 5.17.’de gösterilmiştir:

Tablo 5.17. Her bir kriter için hesaplanan en iyi f_i^* ve en kötü f_i^- değerleri.

Kriterler	f_i^*			f_i^-		
K1	3.70	5.94	7.64	2.50	4.49	6.40
K2	5.18	7.92	9.60	3.50	5.98	8.04
K3	5.41	8.06	9.60	2.46	4.80	6.80
K4	4.62	7.39	9.41	3.04	5.54	7.87
K5	5.77	8.28	9.60	3.11	5.58	7.64
K6	2.94	5.10	6.86	1.68	3.36	5.18

Q_j , S_j ve R_j değerleri, $j=1,2,\dots,j$ için Eşitlik 4.47 - 4.51 yardımıyla hesaplanmıştır. S_i , R_i ve Q_i değerlerinin belirlenmesinin ardından bu değerler küçükten büyüğe doğru sıralanmış olup çözümde kullanılacak sıralama listeleri Tablo 5.18, 5.19, 5.20.’de gösterilmiştir:

Tablo 5.18. S_i değerleri.

SA_i	S_i			S_i Durulaştırma	Sıra
SA1	3.48	4.34	4.75	4.19	6
SA2	2.22	2.55	2.44	2.40	5
SA3	1.01	1.18	1.02	1.07	2
SA4	0.39	0.61	0.94	0.65	1
SA5	1.59	1.96	1.87	1.81	3
SA6	1.67	1.92	1.89	1.83	4

Tablo 5.19. R_i değerleri.

RA_i	R_i			R_i Durulaştırma	Sıra
RA1	0.82	0.96	1.00	0.93	6
RA2	0.73	0.85	0.86	0.81	4

Tablo 5.19. Ri değerleri. (Devamı).

RAi	Ri			Ri Durulaştırma	Sıra
RA3	0.28	0.35	0.36	0.33	2
RA4	0.22	0.31	0.41	0.31	1
RA5	0.66	0.78	0.69	0.71	3
RA6	0.74	0.90	0.98	0.87	5

Tablo 5.20. Qi değerleri.

QAi	v=0,5 için			Qi Durulaştırma	Sıra
QA1	1.00	1.00	1.00	1.00	6
QA2	0.72	0.67	0.59	0.66	5
QA3	0.15	0.11	0.01	0.09	2
QA4	0.00	0.00	0.04	0.01	1
QA5	0.56	0.54	0.38	0.49	3
QA6	0.64	0.63	0.61	0.63	4

Yukarıdaki tablolarda oluşturulan değerlerin küçükten büyüğe göre sıralaması Tablo 5.21.'de gösterilmiştir:

Tablo 5.21. S, R ve Q değerlerinin küçükten büyüğe göre sıralaması.

Tedarikçi	Qj		Sj		Rj	
	İndex	Sıra	İndex	Sıra	İndex	Sıra
A1	1.00	6	4.19	6	0.93	6
A2	0.66	5	2.40	5	0.81	4
A3	0.09	2	1.07	2	0.33	2
A4	0.01	1	0.65	1	0.31	1
A5	0.49	3	1.81	3	0.71	3
A6	0.63	4	1.83	4	0.87	5

Elde edilen sonucun geçerli olabilmesi için iki koşul sağlanmalıdır. Ancak bu şekilde, minimum Q değerine sahip alternatif, en iyi olarak nitelendirilebilmektedir. Bu koşullar aşağıdaki gibi belirtilmiştir:

1.Koşul: Kabul Edilebilir Avantaj: Bu koşul en iyi ve en yakın seçenek arasında belirgin bir fark olduğunun kanıtlanmasını içerir ve aşağıdaki gibi gösterilmiştir.

$$Q(a'') - Q(a') \geq DQ$$

$$DQ = \frac{1}{m-1} \quad (DQ = 0.25 \text{ eğer } m \leq 4)$$

a' değeri sıralamada birinci sırada yer alan alternatif ve a'' sıralamada en iyi ikinci alternatifi gösterir. $DQ = 1 / (m-1)$; m alternatif sayısını gösterir.

Bu uygulamada en iyi Q değerine sahip alternatif A4 ve ikinci sıradaki alternatif ise A3'tür. Buna göre işlemler aşağıdaki gibidir:

$$A3 - A4 \geq DQ$$

$$0.09 - 0.01 \geq 1 / (6 - 1)$$

$0.08 \geq 0.2$ sonucuna göre eşitlik sağlanmamaktadır. Bu durumda koşul 1 sağlanmamaktadır.

2.Koşul: Kabul edilebilir istikrar: En iyi Q değerine sahip a' alternatifi S ve R değerlerinden en az bir tanesinde en iyi skoru elde etmiş olmalıdır.

Alternatif a', S veya R değerine göre de sıralamada en iyi alternatif olmalıdır. Tablo 5.22.'de görüldüğü gibi, sadece 2. koşulun sağlandığı görülmektedir. Hatta Qi indeksine göre yapılan sıralama ile Si indeksine göre yapılan sıralama da aynı sonucu vermiştir. Uzlaşık çözüm kümesi dahilinde Q değerlerine göre sıralama yapılır.

Tablo 5.22. Tedarikçilerin S, R, Q' ya göre sıralanması.

	1	2	3	4	5	6
S	A4	A3	A5	A6	A2	A1
R	A4	A3	A5	A2	A6	A1
Q	A4	A3	A5	A6	A2	A1

En iyi alternatif, sırasıyla minimum Q değerlerine sahip olan 4 nolu alternatif olan A4 en iyi seçim olacaktır. Bunu A3, A5 takip etmektedir.

5.4. Mobilya Firmasında Tedarikçi Seçiminde Bulanık PROMETHEE Yönteminin Uygulanması

Uygulamanın bu bölümünde de diğer bölümlerde belirlenen 6 alternatif tedarikçi, karar vericiler tarafından belirlenen kriter ağırlıkları ve yine karar vericilerin belirlediği kriterler ile oluşturulan değerlendirme matrisi kullanılmıştır. Sıralama işlemine geçmeden önce her bir kriter için özel bir tercih fonksiyonu belirlenmiş, bu tercih fonksiyonlarına ait eşik değerleri tanımlanmıştır.

Tercih fonksiyonları alternatiflerin kriterler bazında aldıkları değerlerin netleştirilmesi ve alternatiflerin hangisinin bir diğerine tercih edileceğinin ifade edilebilmesi için kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, mevcut literatür incelendiğinde bulanık PROMETHEE uygulamalarında kullanımına en sık rastlanan ve incelenmekte olan tedarikçi seçimi probleminin karakteristiğine en uygun tercih fonksiyonu olarak, q ve p eşik değerlerine sahip olan Lineer tercih fonksiyonu (5.tip) kullanılması seçilmiştir.

Bunun nedeni, karar vericiler tedarikçilerin kriterler temelinde mümkün oldukça yüksek bir değerlendirmeye sahip olmasını istemelerinden ötürü, ortalamanın altında olan tedarikçiler karar verme takımı tarafından puan verilmesinin istenmemesidir.

Çalışmada bulanık PROMETHEE yöntemi Goumas ve Lygreou [91] tarafından önerildiği gibi uygulanmıştır. Yani değerlendirmede kullanılan sayılar bulanık sayılar olarak alınırken, tercih eşik değerleri (q ve p) ve ağırlıklar kesin sayılar olarak kalacaktır. Bu eşik değerleri, bulanık sayı olarak alınmaları halinde değerlendirmelerin bulanık bir sayının esnetilmiş yapısından ötürü kesin olamayacağından dolayı, kesin sayı olarak alınacaktır [91].

Bu çalışma için tanımlanacak q ve p eşik değerleri sırasıyla 0 ve 0.60 olarak belirlenmiştir. Tedarikçilerin değerlendirilmesinde kullanılan dilsel ifadeler Tablo 5.23.'deki gibidir.

Tablo 5.23. Alternatiflerin değerlendirilmesinde kullanılan dilsel ifadeler [91].

Çok Kötü (ÇK)	(0.00, 0.00, 0.15) _{LR}
Kötü (K)	(0.15, 0.15, 0.15) _{LR}
Biraz Kötü (BK)	(0.30, 0.15, 0.20) _{LR}
Orta (E)	(0.50, 0.20, 0.15) _{LR}
Biraz İyi (Bİ)	(0.65, 0.15, 0.15) _{LR}
İyi (İ)	(0.80, 0.15, 0.20) _{LR}
Çok İyi (Çİ)	(1.00, 0.20, 0.00) _{LR}

Bulanık TOPSIS ve Bulanık VIKOR yöntemlerinin uygulaması sırasında elde edilen kriterlerin ağırlıkları, bu bölümde Tablo 5.24.'deki gibi normalize edilerek kullanılmıştır. Kriter ağırlıklarını değerlendirme sürecinde, bulanık sayıların ortalaması alınmış ve tüm kriter değerlendirmelerinin toplamı 1 olacak şekilde normalizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir.

Tablo 5.24. Kriter ağırlıklarının bulanık sayılarla gösterilmesi.

Kriterler	Ağırlıklar	Normalize Ağırlık
K1	(0.50,0.66,0.78)	0.14
K2	(0.70,0.88,0.98)	0.18
K3	(0.82,0.96,1.00)	0.20
K4	(0.66,0.84,0.96)	0.17
K5	(0.74,0.90,0.98)	0.19
K6	(0.42,0.58,0.70)	0.12

Karar vericiler tarafından değerlendirilen alternatiflerin dilsel ifadeleri üçgen bulanık sayılara Tablo 5.23.'deki ölçek kullanılarak Tablo 5.25.'te görüldüğü gibi dönüştürülmüştür. Beş karar verici tarafından yapılan bu değerlendirmeler, tek bir değere indirgenmek amacıyla Eşitlik 4.21'den faydalanılmış ve aşağıdaki Tablo 5.26.'da görüldüğü gibi bulanık karar matrisi elde edilmiştir.

Tablo 5.25. Tedarikçilerin kriterlere göre karar vericiler tarafından değerlendirilmesinin bulanık sayılarla gösterilmesi.

Kr.	Td.	KV1			KV2			KV3			KV4			KV5		
K1	A1	0.50	0.20	0.15	0.80	0.15	0.20	0.65	0.15	0.15	0.30	0.15	0.20	1.00	0.20	0.00
	A2	0.80	0.15	0.20	0.50	0.20	0.15	0.80	0.15	0.20	0.80	0.15	0.20	1.00	0.20	0.00
	A3	0.65	0.15	0.15	0.80	0.15	0.20	0.80	0.15	0.20	0.65	0.15	0.15	1.00	0.20	0.00

Tablo 5.25. Tedarikçilerin kriterlere göre karar vericiler tarafından değerlendirilmesinin bulanık sayılarla gösterilmesi. (Devamı).

Kr.	Td.	KV1			KV2			KV3			KV4			KV5		
K1	A4	1.00	0.20	0.00	1.00	0.20	0.00	0.80	0.15	0.20	0.30	0.15	0.20	0.80	0.15	0.20
	A5	0.65	0.15	0.15	1.00	0.20	0.00	0.80	0.15	0.20	0.65	0.15	0.15	1.00	0.20	0.00
	A6	0.80	0.15	0.20	1.00	0.20	0.00	0.65	0.15	0.15	1.00	0.20	0.00	0.80	0.15	0.20
K2	A1	0.65	0.15	0.15	0.50	0.20	0.15	0.80	0.15	0.20	0.30	0.15	0.20	1.00	0.20	0.00
	A2	0.30	0.15	0.20	0.65	0.15	0.15	1.00	0.20	0.00	0.65	0.15	0.15	0.80	0.15	0.20
	A3	0.80	0.15	0.20	0.80	0.15	0.20	0.65	0.15	0.15	1.00	0.20	0.00	1.00	0.20	0.00
	A4	1.00	0.20	0.00	0.80	0.15	0.20	0.65	0.15	0.15	0.80	0.15	0.20	1.00	0.20	0.00
	A5	1.00	0.20	0.00	0.65	0.15	0.15	0.80	0.15	0.20	0.30	0.15	0.20	1.00	0.20	0.00
	A6	0.80	0.15	0.20	0.80	0.15	0.20	0.65	0.15	0.15	0.80	0.15	0.20	0.80	0.15	0.20
K3	A1	0.50	0.20	0.15	0.30	0.15	0.20	0.80	0.15	0.20	0.50	0.20	0.15	0.30	0.15	0.20
	A2	0.50	0.20	0.15	0.30	0.15	0.20	0.80	0.15	0.20	0.65	0.15	0.15	0.30	0.15	0.20
	A3	0.50	0.20	0.15	0.65	0.15	0.15	0.80	0.15	0.20	1.00	0.20	0.00	0.50	0.20	0.15
	A4	1.00	0.20	0.00	0.65	0.15	0.15	0.80	0.15	0.20	1.00	0.20	0.00	0.50	0.20	0.15
	A5	0.80	0.15	0.20	0.65	0.15	0.15	0.80	0.15	0.20	1.00	0.20	0.00	0.65	0.15	0.15
	A6	0.80	0.15	0.20	0.65	0.15	0.15	0.80	0.15	0.20	0.65	0.15	0.15	0.50	0.20	0.15
K4	A1	0.50	0.20	0.15	0.80	0.15	0.20	0.80	0.15	0.20	0.30	0.15	0.20	0.65	0.15	0.15
	A2	0.50	0.20	0.15	0.80	0.15	0.20	0.80	0.15	0.20	0.65	0.15	0.15	0.80	0.15	0.20
	A3	0.50	0.20	0.15	0.80	0.15	0.20	0.65	0.15	0.15	1.00	0.20	0.00	0.80	0.15	0.20
	A4	0.80	0.15	0.20	0.65	0.15	0.15	0.80	0.15	0.20	1.00	0.20	0.00	0.80	0.15	0.20
	A5	0.50	0.20	0.15	0.80	0.15	0.20	0.80	0.15	0.20	0.65	0.15	0.15	0.80	0.15	0.20
	A6	0.80	0.15	0.20	0.80	0.15	0.20	0.65	0.15	0.15	0.80	0.15	0.20	1.00	0.20	0.00
K5	A1	0.50	0.20	0.15	0.65	0.15	0.15	0.80	0.15	0.20	0.65	0.15	0.15	0.80	0.15	0.20
	A2	0.50	0.20	0.15	0.80	0.15	0.20	0.80	0.15	0.20	0.65	0.15	0.15	0.80	0.15	0.20
	A3	0.80	0.15	0.20	0.65	0.15	0.15	0.80	0.15	0.20	1.00	0.20	0.00	0.80	0.15	0.20
	A4	1.00	0.20	0.00	0.65	0.15	0.15	0.80	0.15	0.20	1.00	0.20	0.00	1.00	0.20	0.00
	A5	0.80	0.15	0.20	0.30	0.15	0.20	0.65	0.15	0.15	0.65	0.15	0.15	0.65	0.15	0.15
	A6	0.80	0.15	0.20	0.65	0.15	0.15	0.30	0.15	0.20	0.30	0.15	0.20	0.80	0.15	0.20
K6	A1	0.80	0.15	0.20	1.00	0.20	0.00	0.15	0.15	0.15	0.80	0.15	0.20	0.30	0.15	0.20
	A2	0.80	0.15	0.20	1.00	0.20	0.00	0.80	0.15	0.20	0.80	0.15	0.20	0.65	0.15	0.15
	A3	0.65	0.15	0.15	0.65	0.15	0.15	0.80	0.15	0.20	0.80	0.15	0.20	0.30	0.15	0.20
	A4	0.30	0.15	0.20	1.00	0.20	0.00	0.80	0.15	0.20	0.80	0.15	0.20	0.50	0.20	0.15
	A5	0.80	0.15	0.20	0.65	0.15	0.15	0.65	0.15	0.15	0.80	0.15	0.20	0.65	0.15	0.15
	A6	0.80	0.15	0.20	0.50	0.20	0.15	0.50	0.20	0.15	0.80	0.15	0.20	0.15	0.15	0.15

Tablo 5.26. Bulanık sayılar ile oluşturulan değerlendirme matrisi.

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
A1	(0.65,0.17,0.14)	(0.65,0.17,0.14)	(0.48,0.17,0.18)	(0.61,0.16,0.18)	(0.68,0.16,0.17)	(0.61,0.16,0.15)

Tablo 5.26. Bulanık sayılar ile oluşturulan değerlendirme matrisi. (Devamı).

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
A2	(0.78,0.17,0.15)	(0.68,0.16,0.14)	(0.51,0.16,0.18)	(0.71,0.16,0.18)	(0.71,0.16,0.18)	(0.81,0.16,0.15)
A3	(0.78,0.16,0.14)	(0.85,0.17,0.11)	(0.69,0.18,0.13)	(0.75,0.17,0.14)	(0.81,0.16,0.15)	(0.64,0.15,0.18)
A4	(0.78,0.17,0.12)	(0.85,0.17,0.11)	(0.79,0.18,0.10)	(0.81,0.16,0.15)	(0.89,0.18,0.07)	(0.68,0.17,0.15)
A5	(0.82,0.17,0.10)	(0.75,0.17,0.11)	(0.78,0.16,0.14)	(0.71,0.16,0.18)	(0.61,0.15,0.17)	(0.71,0.15,0.17)
A6	(0.85,0.17,0.11)	(0.77,0.15,0.19)	(0.68,0.16,0.17)	(0.81,0.16,0.15)	(0.57,0.15,0.19)	(0.55,0.17,0.17)

Sonrasında, alternatiflerin ikili karşılaştırmaları gerçekleştirilir. Bu adımı gerçekleştirmek için Eşitlik 4.5 yardımıyla temel bulanık işlemlerden çıkarma işleminden faydalanılır.

Örneğin A1 alternatifinin değerlendirme sonuçları sırasıyla tüm diğer alternatiflerin aynı kriterler açısından değerlendirme sonuçlarından çıkarılır. Çıkarma işlemi gerçekleştirildikten sonra elde edilen sonuçlar Yager İndeksine (Eşitlik 4.69'a) göre durulaştırılıp, Eşitlik 4.67'den faydalanılarak Tablo 5.27.'de gösterildiği ağırlıklandırılmamış karşılaştırma değerlerine dönüştürülür.

Tablo 5.27. Ağırlıklandırılmamış karşılaştırma matrisi.

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
A1-A1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A1-A2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A1-A3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A1-A4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A1-A5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00
A1-A6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.09
A2-A1	0.22	0.06	0.06	0.17	0.06	0.33
A2-A2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A2-A3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.26
A2-A4	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22
A2-A5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.15
A2-A6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.43
A3-A1	0.21	0.32	0.47	0.32	0.28	0.11
A3-A2	0.00	0.26	0.26	0.04	0.15	0.00
A3-A3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A3-A4	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A3-A5	0.00	0.17	0.00	0.04	0.32	0.00
A3-A6	0.00	0.08	0.00	0.00	0.37	0.17

Tablo 5.27. Ağırlıklandırılmamış karşılaştırma matrisi. (Devamı).

	K1	K2	K3	K4	K5	K6
A4-A1	0.21	0.32	0.47	0.32	0.28	0.11
A4-A2	0.00	0.26	0.41	0.15	0.23	0.00
A4-A3	0.00	0.00	0.15	0.11	0.08	0.04
A4-A4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A4-A5	0.00	0.17	0.00	0.15	0.39	0.00
A4-A6	0.00	0.08	0.13	0.00	0.45	0.21
A5-A1	0.26	0.15	0.48	0.17	0.00	0.18
A5-A2	0.04	0.09	0.43	0.00	0.00	0.00
A5-A3	0.04	0.00	0.17	0.00	0.00	0.11
A5-A4	0.06	0.00	0.02	0.00	0.00	0.07
A5-A5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A5-A6	0.00	0.00	0.15	0.00	0.06	0.28
A6-A1	0.32	0.24	0.33	0.32	0.00	0.00
A6-A2	0.09	0.18	0.28	0.15	0.00	0.00
A6-A3	0.09	0.00	0.02	0.11	0.00	0.00
A6-A4	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A6-A5	0.06	0.09	0.00	0.15	0.00	0.00
A6-A6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Hesaplanan karşılaştırma matrisi daha önceden belirlenmiş olan normalize edilmiş kriter ağırlıkları ile ağırlıklandırılarak, ağırlıklandırılmış karşılaştırma matrisi hesaplanır. Hesaplanan değerler Tablo 5.28.'deki gibidir.

Tablo 5.28. Ağırlıklandırılmış karşılaştırma matrisi.

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	Toplam
A1-A1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A1-A2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A1-A3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A1-A4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A1-A5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02
A1-A6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.04
A2-A1	0.03	0.01	0.01	0.03	0.01	0.04	0.13
A2-A2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A2-A3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03
A2-A4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03
A2-A5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02	0.05

Tablo 5.28. Ağırlıklandırılmış karşılaştırma matrisi. (Devamı).

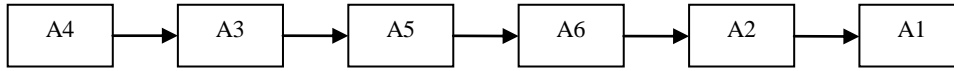
	K1	K2	K3	K4	K5	K6	Toplam
A2-A6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.05	0.09
A3-A1	0.03	0.06	0.09	0.06	0.05	0.01	0.30
A3-A3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A3-A4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A3-A5	0.00	0.03	0.00	0.01	0.06	0.00	0.10
A3-A6	0.00	0.01	0.00	0.00	0.07	0.02	0.10
A4-A1	0.03	0.06	0.09	0.06	0.05	0.01	0.30
A4-A2	0.00	0.05	0.08	0.03	0.04	0.00	0.20
A4-A3	0.00	0.00	0.03	0.02	0.01	0.00	0.07
A4-A4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A4-A5	0.00	0.03	0.00	0.03	0.07	0.00	0.13
A4-A6	0.00	0.01	0.03	0.00	0.08	0.02	0.15
A5-A1	0.04	0.03	0.10	0.03	0.00	0.02	0.21
A5-A2	0.01	0.02	0.08	0.00	0.00	0.00	0.11
A5-A3	0.01	0.00	0.03	0.00	0.00	0.01	0.05
A5-A4	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02
A5-A5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A5-A6	0.00	0.00	0.03	0.00	0.01	0.03	0.07
A6-A1	0.04	0.04	0.07	0.06	0.00	0.00	0.21
A6-A2	0.01	0.03	0.05	0.03	0.00	0.00	0.13
A6-A3	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.04
A6-A4	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
A6-A5	0.01	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00	0.05
A6-A6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Ağırlıklandırılmış karşılaştırma matrisindeki verilerden ve Eşitlik 4.58 ve Eşitlik 4.59'daki formüllerden faydalanılarak Φ^+ ve Φ^- değerleri hesaplanır. Hesaplanan değerler Tablo 5.29.'daki gibidir.

Tablo 5.29. Alternatiflerin Φ^+ ve Φ^- değerleri.

	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Φ^+
A1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.04	0.01
A2	0.13	0.00	0.03	0.03	0.05	0.09	0.07
A3	0.30	0.13	0.00	0.00	0.10	0.10	0.13
A4	0.30	0.20	0.07	0.00	0.13	0.15	0.17
A5	0.20	0.11	0.05	0.02	0.00	0.07	0.09
A6	0.21	0.13	0.04	0.02	0.05	0.00	0.09
Φ^-	0.23	0.11	0.04	0.01	0.07	0.09	

Pozitif (Φ^+) ve negatif (Φ^-) üstünlük değerleri yardımıyla elde edilen bulanık PROMETHEE I kısmi sıralaması ise Şekil 5.2.'de görülmektedir.



Şekil 5.2. Bulanık PROMETHEE I kısmi sıralaması.

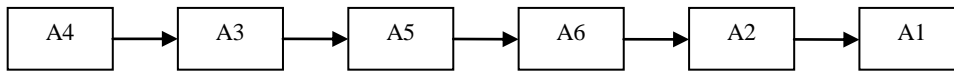
Pozitif (Φ^+) ve negatif (Φ^-) üstünlük değerleri sonuçlarına göre yapılacak seçim için alternatiflerin tam sıralamasını elde etmek amacıyla tam öncelik değerlerinin ve bulanık PROMETHEE II tam sıralamasının hesaplanması gerekmektedir.

Son olarak PROMETHEE II için Eşitlik 4.66'dan faydalanarak Φ^{net} değerleri hesaplanır. Hesaplanan değerler Tablo 5.30. 'da gösterildiği gibidir.

Tablo 5.30. Alternatiflerin Φ^{net} değerleri.

	Φ^+	Φ^-	Φ^{net}	SIRALAMA
A1	0.01	0.23	-0.21	6
A2	0.07	0.11	-0.05	5
A3	0.13	0.04	0.09	2
A4	0.17	0.01	0.16	1
A5	0.09	0.07	0.02	3
A6	0.09	0.09	0.00	4

Bulanık PROMETHEE II tam sıralaması ise Şekil 5.3.'te görülebilmektedir.



Şekil 5.3. Bulanık PROMETHEE II tam sıralaması.

Şekil 5.3.'de görüldüğü gibi bulanık PROMETHEE II tam sıralaması sonuçlarına göre 4 nolu alternatif olan A4 en iyi seçim olacaktır. Bunu A3, A5 takip etmektedir.

BÖLÜM 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Küreselleşme ile artan rekabet koşullarında işletmeler varlıklarını sürdürebilmeleri ve rekabet gücünü arttırabilmeleri için maliyetlerini azaltma yoluna gitmektedirler. 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 alt başlıklarından birisidir. İşletmeler kendilerine en kaliteli hizmeti verebilecek, maliyet açısından uygun ve talep değişikliklerine karşı esnek olabilecek tedarikçileri bularak, çalıştıkları tedarikçilerin sayısını en aza indirebilme çabası içindedirler. Tedarikçiler, son ürün maliyetini ve kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir. Bu bağlamda, müşteri beklentilerini karşılayabilmeleri için işletmelerin doğru tedarikçilerle çalışması oldukça önemlidir. 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.

Tedarikçi seçim problemi, birden fazla karar verici tarafından, pek çok kriter dikkate alınarak, çok sayıda alternatifin arasından seçim yapılması gereken bir ÇKKV problemidir. Tedarikçi değerlendirme sürecinde yararlanılan insan yargıları sayısal ifadeler olmadığından belirsizliği beraberinde getirir, bu belirsizliği aşmak için ÇKKV yöntemlerinden TOPSIS, VIKOR ve PROMETHEE yönteminin bulanık mantık çerçevesinde genişletilmiş bir hali olan BTOPSIS, BVIKOR, BPROMETHEE yöntemleri tedarikçi seçim probleminin çözümünde kullanılmıştır.

Bu çalışmada; BTOPSIS, BVIKOR ve BPROMETHEE yöntemleri algoritmaları uyarınca beş karar vericiden oluşan bir jüri oluşturulmuştur. Literatürden edinilen bilgiler ve jüri üyelerinin görüşleri neticesinde tedarikçi alternatiflerini değerlendirmek üzere işletmenin özelliklerine ve hedeflerine uygun olarak altı karar kriteri belirlenmiştir. Bunlar; üretim araç/gereç kapasiteleri, maliyet avantajı, kalite, performans, zamanında teslimat, coğrafi konum yakınlığıdır.

Karar vericiler önce karar kriterlerinin önem ağırlıklarını çok düşük, düşük, biraz düşük, orta, biraz yüksek, yüksek, çok yüksek gibi dilsel değişkenler kullanarak, daha sonra belirlenen bu karar kriterlerine göre altı tedarikçi alternatifini çok iyi, iyi, biraz iyi, orta, biraz kötü, kötü, çok kötü gibi dilsel değişkenler kullanarak değerlendirilmişlerdir.

BTOPSIS ve BVIKOR yöntemlerinin en önemli özelliklerinden biri, karar kriterlerine farklı önem ağırlığı verilebilme imkanı tanınmasıdır. Böylece, değerlendirme daha hassas yapılabilmekte ve elde edilen sonuçların güvenilirliği artmaktadır. Dilsel ifadelerle yapılan değerlendirmeler daha sonra pozitif üçgen bulanık sayılara dönüştürülmüş. BTOPSIS, BVIKOR, BPROMETHEE yöntemlerinin algoritması uyarınca gerekli işlemler yapıldıktan sonra alternatif tedarikçiler hesaplanan sonuçlara göre sıralanmıştır. Sıralamada ilk sırada yer alan tedarikçi, işletme için en uygun tedarikçi olarak önerilmiştir.

Uygulamada dikkat edilmesi gereken en önemli faktörlerden biri de karar vericilerin sektörün ve işletmenin şartlarını iyi bilen profesyonel kişilerden oluşmasıdır. Bu bağlamda karar vericiler objektif olmalıdır, kriterler doğru belirlenmelidir, kriterler ve alternatifler doğru değerlendirilmelidir.

BTOPSIS yöntemine göre yapılan analizde tedarikçi seçimi, A4 alternatifi olacaktır ve bunu A3, A5 takip etmektedir.

BVIKOR yöntemine göre yapılan analizde tedarikçi seçimi, A4 alternatifi olacaktır ve bunu A3, A5 takip etmektedir.

BPROMETHEE yöntemine göre yapılan analizde tedarikçi seçimi, A4 alternatifi olacaktır ve bunu A3, A5 takip etmektedir.

Sonuç olarak, tedarikçi seçim süreci için BTOPSIS, BVIKOR ve BPROMETHEE yöntemlerinin uygulanabilirliği konusunda olumlu bir çalışma ortaya konulmuş olup tüm yöntemlerde aynı sonuca ulaşılmıştır. Bu üç yöntemin de aynı araştırma içinde kullanılması, karar vericiler için en uygun tedarikçiyi seçme ve yöntemleri kıyaslama konusunda yardımcı olmaktadır.

Tedarikçi seçim probleminin yöntemler bütünüyle gerçekleştirilmesi işletmeye daha tutarlı bir çözüm sunacaktır. Belirlenen ölçütlerin sağlayacağı faydalar, ölçütlerin sürekli olarak güncellenmesi ve seçilen tedarikçinin belirli periyotlarla performans ölçümünün yapılması uygun tedarikçi seçiminde büyük önem taşımaktadır.

İleride mobilya sektöründe tedarikçi seçimi ile ilgili yapılacak çalışmalarda, bu tezde belirlenmiş ve değerlendirilmiş olan ana ve alt ölçütlere ilaveler ve eksiltmeler yapılabilir. Problemin çözümü için farklı yöntemler de kullanılabilir. Ayrıca bu çalışmada uygulanan yöntemler, işletmenin diğer ürün gruplarına ilişkin tedarikçilerin seçiminde de kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- [1] ÖZPINAR, A., AĞBULUT, E. ve ÖNER, O., E-Ticarette Müşteri İlişkileri Yönetiminde Tedarik Zinciri Etkisinin İncelenmesi, XI. Üretim Araştırmaları Sempozyumu, 23-24 Haziran 2011 İstanbul, Atalay Matbaacılık, 502-507, 2011.
- [2] DEMİR, H.H., İmalat Sektöründe Bulanık TOPSIS Yöntemiyle Tedarikçi Seçimi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2010.
- [3] YILDIZ, A., Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Tedarikçi Seçimi ve Ekonomik Sipariş Miktarının Tespiti, Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2013.
- [4] KARADELİOĞLU, H., Tedarikçi Değerlendirmede Temel Ölçütlerin Araştırılması ve Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, 2006.
- [5] SEVİMLİ, O.T., Tedarik Zinciri Ortaklıklarında Bilgi Paylaşımının Faydaları ve Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2007.
- [6] YILDIZÖZ, H., Tedarik Zinciri Yönetimi ve Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2006.
- [7] HANDFIELD, R. and ERNEST, L., NICHOLS, J., Introduction to Supply Chain Management, Prentice Hall, New Jersey, 013-6216-161, 1999.
- [8] AYDIN, H., Tedarik Zinciri Yönetiminde Tedarikçi Performans Değerlendirmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi İşletme Fakültesi, İstanbul, 2005.
- [9] ŞEN, E., Kobilerin Uluslararası Rekabet Güçlerini Artırmada Tedarik Zinciri Yönetiminin Önemi, Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi, Ankara, 2006.
- [10] PAKSOY, T., Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi Temel Kavramlar, Selçuk Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Konya, 2010.

- [11] DE BONDT, M.A., GRAVES, S.C., Continuous Review Policies for a Multi Echelon Inventory Problem with Stochastic Demand, *Management Science*, 31: 1286- 1295, 1985.
- [12] YILDIRIM, S., İşletmelerde Tedarik Zinciri Yönetimi ve Toplam Kalite Yönetimi İlişkisi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 1, 2009.
- [13] ÇİZMECİ, F., Tedarik Zinciri Yönetimi, y.y., Alfa Basım Yayım, s. 10., 2002.
- [14] KAĞNICIOĞLU, C.H., Tedarik Zinciri Yönetiminde Tedarikçi Seçimi, Eskişehir, T.C. Anadolu Üniversitesi Yayınları, 2007.
- [15] OUHIMMOU, M., AMOURS, S.D., BEAUREGARD, R., AIT-KADI, D. and CHAUHAN, S.S., Furniture Supply Chain Tactical Planning Optimization Using a Time Decomposition Approach, *European Journal of Operational Research*, 952- 97, 2007.
- [16] CHOPRA, M. and MEINDL, P., *Supply Chain Management*, 4th ed., Printice Hall, New Jersey, 013-6080-405, 2009.
- [17] NUR, T., Tedarik Zincirlerinde Başarının Sırrı-1, *Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi Dergisi*, 2005.
- [18] KESKİN, H., *Lojistik El Kitabı-Kavramlar, Prensipler, Uygulamalar*, Gazi Kitabevi, Ankara, 9876055543341, 2011.
- [19] İLTER, E. ve OK, K., *Ormancılık ve Orman Endüstrisinde Pazarlama İlkeleri ve Yönetimi: Örnek Olaylarla*, Ofset Matbaacılık, Ankara, 975969672X, 2004.
- [20] AMIROV, T., Tedarik Zinciri Yönetimi ve Toplam Kalite Yönetimi İlişkisi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 2006.
- [21] DAĞDEVİREN, M., ERASLAN, E., PROMETHEE Sıralama Yöntemi İle Tedarikçi Seçimi, *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.*, C:XXIII, No:1, 2008.
- [22] ÖZDEMİR, A.İ., Tedarik Zinciri Yönetiminin Gelişimi, Süreçleri ve Yararları, *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, No: 23, 2004.
- [23] AKMAN, A., ALKAN, G., Tedarik Zinciri Yönetiminde Bulanık AHP Yöntemi Kullanılarak Tedarikçilerin Performansının Ölçülmesi: Otomotiv Yan Sanayinde Bir Uygulama, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* No: 9, 2006.

- [24] CİVAROĞLU, G., Tedarik Zinciri Yönetimi Uygulamaları ve Performans Üzerine Etkilerinin Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Edirne, 2006.
- [25] WANG, G., HUANG, S.H, and DISMUKES, J.P., Product-Driven Supply Chain Selection Using Integrated Multi-criteria Decision-Making Methodology, International Journal Production Economics , 91, 1-15, 2004.
- [26] KORPELA, J., TUOMINEN, M. and VALOAHO, M., An Analytic Hierarchy Process-Based Approach to The Strategic Management of Logistic Service: An Empirical Study in The Mechanical Forest Industry, International Journal of Production Economics, 56-57, 303-318, 1998.
- [27] BAYRAKÇIL, A.O., Tedarik Zinciri Yönetiminde Analitik Hiyerarşi Süreci Yönetimi ve Tamsayılı Programlama ile Tedarikçi Seçimi: Hipotetik Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sivas, 2007.
- [28] PAKSOY, T., Tedarik Zinciri Yönetiminde Dağıtım Ağlarının Tasarımı ve Optimizasyonu: Malzeme İhtiyaç Kısıtı Altında Stratejik Bir Üretim-Dağıtım Modeli, Selçuk Üniversitesi, 2003.
- [29] ŞEN, A., Küresel Rekabet İçin Tedarik Zinciri Entegrasyonu ve Lojistik, Bilkent Üniversitesi, 2007.
- [30] BAŞKOL, M., Bir Rekabet Aracı Olarak Tedarik Zinciri Yönetimi: Strateji ve Yaklaşımlar, Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi, 3 (5), 13-27, 2011.
- [31] TUTKUN, H.İ., Tedarik Zinciri Yönetimi Yapısının Tasarlanması ve Örgütlenmesi Öncesinde İşletmede Uygulanabilirliğinin Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, 11, 2007.
- [32] GÖKTÜRK, İ.F., Tedarikçi Performans Değerlendirmesinde Bulanık AHP Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 2008.
- [33] ÖZDURSUN, E., Tedarikçi İlişkileri Yönetimi ve Bir Endüstriyel Şirket Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2010.
- [34] BASKAK, M., Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi Sertifika Programı Satın Alma Ders Notları, İstanbul Teknik Üniversitesi İşletme Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul, 2011.
- [35] KARAKIŞ, İ., Tedarikçi İlişkileri Yönetimi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2007.

- [36] BURMAOĞLU, S., Satın alma Alternatiflerinin Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemlerle Belirlenmesi: Keskin Nişancı Tüfekleri Üzerine Bir Uygulama, Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 15 (1), 369-382, 2011.
- [37] DAĞDEVİREN, M., ERASLAN, E., KURT, M. ve DİZDAR, E.N., Tedarikçi Seçimi Problemine Analitik Ağ Süreci ile Alternatif Bir Yaklaşım, Teknoloji Dergisi, 8 (2), 115-122, 2005.
- [38] ÖZYÖRÜK, B. ve ÖZCAN, E.C., Analitik Hiyerarşi Sürecinin Tedarikçi Seçiminde Uygulanması: Otomotiv Sektöründen Bir Örnek, Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 13 (1), 133-144, 2008.
- [39] GÜNER, H., Bulanık AHP ve Bir İşletme İçin Tedarikçi Seçimi Problemine Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli, 2005.
- [40] ÖZ, E. ve BAYKOÇ, Ö.F., Tedarikçi Seçimi Problemine Karar Teorisi Destekli Uzman Sistem Yaklaşımı, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 19, 275-286, 2004.
- [41] SUSUZ, Z., Analitik Hiyerarşi Prosesi'ne Dayalı Optimum Tedarikçi Seçim Modeli, Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana, 2005.
- [42] SCHMITZ, J., PLATTS, K.W., Supplier Logistics Performance Measurement: Indications From a Study in the Automotive Industry, International Journal of Production Economics, 89 (2): 231-243, 2003.
- [43] DEMİRTAŞ, A.E., ÜSTÜN, Ö., Tedarikçi Seçimi ve Sipariş Tahsisinde Analitik Seçim Süreçleri Ve Hedef Programlama Yaklaşımı, YA/EM XXIV. Ulusal Kongresi, Gaziantep-Adana, 21-26, 2004.
- [44] WEBER, C.H., CURRENT, J.R., A Multi objective Approach to Vendor Selection, European Journal of Operational Research, 68: 173-184, 1993.
- [45] GHODSPOUR, S.H., O'BRIEN, C., A Decision Support System for Supplier Selection Using an Integrated Analytic Hierarchy Process and Linear Programming, International Journal of Production Economics, 56-57: 199-212, 1998.
- [46] KEÇEÇİ, U., Tedarikçi Seçim Sürecinde Analitik Ağ Süreci, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 11-14, 2006.
- [47] DAĞDEVİREN, M., EREN, T., Analytical Hierarchy Process and Use of 0-1 Goal Programming Methods in Selecting Supplier Firm, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 16 (3): 41-52, 2001.

- [48] YURDAKUL, M., İÇ, Y.T., AHP ve Hedef Programlama Yöntemlerinin Sağlayıcı Seçimi Probleminde Kullanılması, XXII. Ulusal YA/EM Kongresi, Ankara, 2001.
- [49] ENGÜR, M.O., The Analytic Hierarchy Process Used for Choosing the Technology of Harvesting Wood in Turkey, XI. World Forestry Congress, 13- 22/10/1997, Antalya, 1997.
- [50] YILMAZ, E., Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanılarak Çok Kriterli Karar Verme Problemlerinin Çözümü, DOA Dergisi, 5, 95–122, 1999.
- [51] GONZALEZ, M.E., QUESEDA, G. and MONGE, C.A., Determining the Importance of the Supplier Selection Process in Manufacturing: A Case Study, International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 34- 6, 492- 504, 2004.
- [52] ÖZEL, B., Bulanık Aksiyomatik Tasarım Yaklaşımı ile Hiyerarşik Bir Tedarikçi Seçim Modeli, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2007.
- [53] ÖZ, A.H., Yük Helikopteri Seçiminde Bulanık Çok Amaçlı Karar Verme Modeli, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2007.
- [54] GÖKTÜRK, İ.F., Tedarikçi Performans Değerlendirmesinde Bulanık AHP Uygulaması Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 2008.
- [55] ÖTKÜR, F., Yeni Ürün Gelişme Sürecinde Tedarikçi Bütünleşmesinin TOPSIS Yöntemi ile Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 2008.
- [56] ASLAN, E., Bulanık Analitik Hiyerarşi Prosesi Yöntemi Yardımıyla Tedarikçi Seçimi ve Üretim Sektöründe Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2009.
- [57] DURSUN, E., Bulanık AHP Yöntemi İle Tedarikçi Seçimi ve Tekstil Sektöründe Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2009.
- [58] OK, K., YILMAZ, E. ve OKAN, T., A Comparative Study on Activity Selection with MCDM Techniques in Ecotourism Planning, Ecological Agenda 2010 International Conference on New Perspective in Eco-Tecnologies and Eco-Economy, 10-12 Mayıs, İstanbul, 2010.

- [59] BAYRAM, M., Performansa Dayalı Lojistik, Ulusal Kamu Tedarik Sistemindeki Yeri ve Bulanık Mantık ile Tedarikçi Seçimi Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 2010.
- [60] YILMAZ, E., Mersin İlinde Orman Kaynaklarına İlişkin İşlev Önceliklerinin Belirlenmesi, DOA Dergisi, 57, 2010.
- [61] DOĞAN, İ., Tedarikçi Seçiminde Analitik Şebeke Prosesi ve Amaç Programlama Bütünleşik Yaklaşımı: Türk Traktör ve Ziraat Makineleri A.Ş., Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2010.
- [62] KÜCÜ, H., PROMETHEE Sıralama Yöntemi ile Personel Seçimi ve Bir İşletmede Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2007.
- [63] YILMAZ, B., Ekipman Seçimi Problemi için Bulanık PROMETHEE ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerinin Bütünleşik Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2010.
- [64] ARDA, R.İ., Tedarikçi Seçiminde Bulanık Mantık Doğrusal Programlamanın Birlikte Kullanılması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2010.
- [65] ÖZDEMİR, E., Kalite ve Fiyat Kriterlerine Dayalı Tedarikçi Seçimi ve İmalat Sektörü Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2010.
- [66] GEÇER, A., Kalibrasyon Tedarikçisi Seçiminde Ölçütlerin Belirlenmesi ve Çok Amaçlı Karar Verme Modeli Yaklaşımı, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, 2010.
- [67] KARABİBER, K., Tedarikçi Seçiminde Analitik Ağ Süreci İle Kurumsal Karne Yaklaşımının Birlikte Kullanımı ve Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2010.
- [68] KAPLAN, R., AHP Yöntemiyle Tedarikçi Seçimi: Perakende Sektöründe Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2010.
- [69] ŞENTÜRK, Z., Hava Yolları Hizmet Kalitesinin AHS Metodu İle Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2011.
- [70] YÜZÜGÜLLÜ, E., Tedarikçi Seçiminde Çok Kriterli Karar Verme ve Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 2011.

- [71] ÖZAL, Ö.M., Yalın Tedarik Zinciri Yönetimi ve İmalat Sektöründe Tedarikçi Seçim Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Hava Harp Okulu Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü, İstanbul, 2011.
- [72] BÜKE, H., Hastane Bilgi Yazılımı Tedarikçi Seçimi için Kriterlerin Belirlenmesi: VIKOR Yöntemi İle Tedarikçi Seçim Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Hava Harp Okulu Savunma Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2011.
- [73] AYGÜN, F., PROMETHEE Sıralama Yöntemi ile Yatırım Projesi Değerlendirme ve Üretim Sektöründe Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2011.
- [74] KORKMAZ, M., Orman İşletmelerinde İktisadilik Düzeyinin TOPSIS Yöntemi ile Analizi, SDÜ Orman Fakültesi Dergisi, 13, 14-20, 2012.
- [75] AYDIN, Y., Bulanık TOPSIS ve VIKOR Yöntemi Kullanarak Rüzgar Enerjisi Santral Yer Seçimi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2013.
- [76] KOÇDAĞ, V., AHS ve PROMETHEE Yöntemleri ile Proje Tercih Sıralamasının Çok Ölçütlü Olarak Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, 2013.
- [77] AYHAN, E., Satın Alma Sürecinde Tedarikçi Seçimi ve Yönetimi Üzerine Mobilya Endüstrisinde Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2013.
- [78] ARSLAN, P., Hazır Giyim Sektöründe En İyi Fason İşletme Seçimi için Bulanık AHS ve Bulanık TOPSIS Yöntemlerinin Kullanılması, Yüksek Lisans Tezi, Uşak Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Uşak, 2013.
- [79] KOÇAK, D., Mobilya Sektöründe En Uygun Tedarikçi Seçimi için Çok Kriterli Karar Verme Tekniğinin Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri, 2014.
- [80] EROL, A., Tersanelerde İmalatı Yapılacak Gemi Tipinin Bulanık TOPSIS ve Bulanık VIKOR Yöntemleri ile Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2014.
- [81] GÖKBEK, B., Çok Ölçütlü Karar Verme Yaklaşımlarına Dayalı Tedarikçi Seçimi ve Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2014.
- [82] ERTUĞRUL, İ., Akademik Performans Değerlendirmede Bulanık Mantık Yaklaşımı, Pamukkale Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt:20 Sayı:1 s.155 - 176, Denizli, 2006.

- [83] YALÇIN, N., BAYRAKDAROĞLU, A., KAHRAMAN, C., Application of Fuzzy Multi-Criteria Decision Making Methods for Financial Performance Evaluation of Turkish Manufacturing Industries, *Expert Systems with Applications*, Volume 39, Issue 1, January, Pages 350-364, 2012.
- [84] KARAKAŞOĞLU, N., Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri Ve Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Denizli, 2008.
- [85] SANAYEI, A., FARID, S., YAZDANKHAH, M. A., Group Decision Making Process for Supplier Selection with VIKOR Under Fuzzy Environment, *Expert Systems with Applications*, Volume 37, Issue 1, January, Pages 24-30, 2010.
- [86] BALLI, S., UĞUR, A., KORUKOĞLU, S., Implementation of a Fuzzy Expert System for Performance Evaluation in Human Resource Management, *Ege Academic Review*, 9 (2) : 837-849, 2009.
- [87] KAPTANOĞLU, D. and ÖZOK, A.F., A Fuzzy Model for Academic Performance Evaluation, *İtü Dergisi/D*, Cilt:5, Sayı:1, Kısım:2, 193-204, Şubat, 2006.
- [88] SHEMSHADI, A., SHIRAZI, H., TOREIHI, M., TAROKH, M.J., A Fuzzy VIKOR Method for Supplier Selection Based On Entropy Measure for Objective Weighting, *Expert Systems with Applications*, Volume 38, Issue 10, 15 September, Pages 12160-12167, 2011.
- [89] ŞEN, C.G. and CENKÇİ, D., An Integrated Approach to Determination and Evaluation of Production Planning Performance Criteria, *Journal of Engineering and Natural Sciences*, Sigma 27, 1-17, 2009.
- [90] CHEN, C.T., Extensions of the TOPSIS for Group Decision-Making Under Fuzzy Environment, *Fuzzy Sets and Systems*, 114: 1-9., 2000.
- [91] GOUMAS, M., LYGEROU, V., An Extension of the PROMETHEE Method for Decision Making in Fuzzy Environment: Ranking of Alternative Energy Exploitation Projects, *European Journal of Operational Research*, 123: 606-613, 2000.
- [92] LAI HWANG, C. and YOON K.P, Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications, Springer-Verlag, New York, 1981.
- [93] KAYA, Y. ve KAHRAMAN, C., Çok Amaçlı Karar Verme Yöntemlerinden TOPSIS ve ELECTRE Yöntemlerinin Karşılaştırılması, *Havacılık ve Uzay Teknolojileri Enstitüsü*, İstanbul, 2004.

- [94] ZELENY, M., Multiple Criteria Decision Making, McGraw Hill, New York, 1982.
- [95] LAI, Y.J., LIU, T.Y. and LAI H.C., TOPSIS for MCMD, European Journal of Operational Research, Volume 76, Issue 3, U.S.A, 1994.
- [96] GÖRENER, A., Bütünleşik ANP-VIKOR Yaklaşımı ile ERP Yazılımı Seçimi, Havacılık ve Uzay Teknolojileri Dergisi, CİLT 5, SAYI 1, 97-110, 2011.
- [97] OPRICOVIC, S., Multi-Criteria Optimization of Civil Engineering Systems, Faculty of Civil Engineering, Belgrade, 1998.
- [98] OPRICOVIC, S. and TZENG G.H., Compromise Solution by MCDM Methods: A Comparative Analysis of VIKOR and TOPSIS, European Journal of Operational Research, Vol. 156, No. 2, 445-455, 2004.
- [99] CHEN, L.Y. ve WANG, T.C., Optimizing Partners Choice in IS/IT Outsourcing Projects: The Strategic Decision of Fuzzy VIKOR, International Journal of Production Economics, 120:233-242., 2009.
- [100] CHEN, T.C., CHING-TORNG, L. ve HUANG, S.F., A Fuzzy Approach for Supplier Evaluation and Selection in Supply Chain Management International Journal of Production Economics, 102:289-301., 2006.
- [101] BRANS, J.P., VINCKE, P. H., Mareschall B., How to Select and How to Rank Projects: The PROMETHEE Method, European Journal of Operational Research, 14, 228-238, 1986.
- [102] BRANS, J.P., VINCKE P. H., A Preference Ranking Organization Method: The PROMETHEE Method, Management Science, 31, 647-656, 1982.
- [103] CHAN, F.T.Z. and KUMAR, N., Global Supplier Development Considering Risk Factors Using Fuzzy Extended AHP-Based Approach, Omega, 35, 417-431, 2007.
- [104] KARABOĞA, K., Pazarlamada Rekabet Gücünü Arttırma Açısından Tedarikçi Firma Seçiminde AHP Yönteminin Uygulanması Küçük Ev Aletleri Alt Sektöründe Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2011.

ÖZGEÇMİŞ

Nuray BARK, 8 Ocak 1988 yılında Sakarya’ da doğdu. İlk ve ortaokulu Sakarya - Fatih İlköğretim Okulu’nda tamamladı. 2004 yılında Sakarya Ali Lisesi’nden mezun oldu. 2005 yılında Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği bölümünde eğitime başladı. 2010 yılında Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği bölümünden mezun oldu. 2011 yılında Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim dalı’nda yüksek lisans eğitime başlamıştır. İş hayatına İstikbal Mobilya A.Ş.’de Endüstri Mühendisi olarak çalışmış daha sonra Della Gıda A.Ş.’de Endüstri Mühendisi olarak çalışmış, şimdi Neutec İlaç A.Ş.’de Planlama Mühendisi olarak çalışmaktadır.