

T.C.
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
İŞLETME YÖNETİMİ BİLİM DALI

**TEDARİKÇİ SEÇİM MODELİ GELİŞTİRME VE YEŞİL
KRİTERLERİN ÖNEMİNİN GIDA SEKTÖRÜNDE
İNCELENMESİ**

Doktora Tezi

Tezi Hazırlayan
Mustafa DALAY

İSTANBUL, 2021

T.C.
BEYKENT ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI
İŞLETME YÖNETİMİ BİLİM DALI

**TEDARİKÇİ SEÇİM MODELİ GELİŞTİRME VE YEŞİL
KRİTERLERİN ÖNEMİNİN GIDA SEKTÖRÜNDE
İNCELENMESİ**

Doktora Tezi

Tezi Hazırlayan
Mustafa DALAY

Öğrenci No:
17550810019
Orcid ID:
0000-0002-5481-4902

Danışman:
Prof. Dr. Kazım SARI

İSTANBUL, 2021

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Doktora Tezi olarak sunduğum “Tedarikçi Seçim Modeli Geliştirme ve Yeşil Kriterlerin Öneminin Gıda Sektöründe İncelenmesi” başlıklı bu çalışmanın, bilimsel ahlak ve geleneklere uygun şekilde tarafımdan yazıldığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, yararlandığım eserlerin tamamının kaynaklarda gösterildiğini ve çalışmamın içinde kullandıkları her yerde bunlara atıf yapıldığını, patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını belirtir ve bunu onurumla doğrularım. 28/06/2021

Mustafa DALAY

TEZ ONAYI

Beykent Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü *İşletme Yönetimi Doktora* öğrencisi **17550810019** numaralı **Mustafa DALAY**'ın hazırladığı "**Tedarikçi Seçim Modeli Geliştirme ve Yeşil Kriterlerin Öneminin Gıda Sektöründe İncelenmesi**" konulu DOKTORA TEZİ ile ilgili TEZ SAVUNMA SINAVI Lisansüstü Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddesi uyarınca 28.06.2021 günü saat 11:00'de Microsoft Teams programı aracılığıyla on-line olarak yapılmış, sorulan sorulara alınan cevaplar sonucunda adayın tezinin **KABULÜ**'ne **OYBİRLİĞİ**yle karar verilmiştir.

JÜRİ ÜYESİ	KANAATI	İMZA
Prof. Dr. Ka*** SA** (Danışman) (Beykent Üniversitesi)		
Prof. Dr. Er*** TA*** (Üye) (Beykent Üniversitesi)		
Prof. Dr. Vo*** ÖN*** (Üye) (Beykent Üniversitesi)		
Prof. Dr. Se*** Bİ*** (Üye) (Fenerbahçe Üniversitesi)		
Prof. Dr. Gö*** Şİ*** (Üye) (İstanbul Medipol Üniversitesi)		

Adı ve Soyadı : Mustafa DALAY
Danışmanı : Prof. Dr. Kazım SARI
Türü ve Tarihi : Doktora Tezi, 2021
Alanı : İşletme Yönetimi
Anahtar Kelimeler : Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi, Tedarikçi Seçimi,
Tedarikçi Performansı, Çok Kriterli Karar Verme Modeli.

ÖZ

TEDARİKÇİ SEÇİM MODELİ GELİŞTİRME VE YEŞİL KRİTERLERİN ÖNEMİNİN GIDA SEKTÖRÜNDE İNCELENMESİ

Tedarikçi seçimi, tedarik zincirlerinin performanslarını arttırabilmek için önemli bir karardır. Literatür incelemesi sonucu, tedarikçi seçiminde ekonomik kararların dışında, çevresel konularında dikkate alınmasının önemli bir gereklilik olduğu görülmektedir. Bilimsel çalışmalar, basın, sosyal medya, resmi kurumlar ve sivil toplum kuruluşları sayesinde toplumun çevre bilinci ve küresel rekabet gücü önemli ölçüde artmıştır. Bu bağlamda tedarik zincirlerinde önemli bir karar noktası olan tedarikçi seçim sürecinde çevresel faktörler dikkate alınmıştır. Böylelikle geleneksel kriterlerin optimizasyonuna ek olarak yeşil kriterler de tedarikçi seçimi probleminde yerini almaya başlamıştır. Bu amaçla, bu doktora tezi tedarikçi seçimi kriterlerinin belirlenmesini; ardından belirlenen kriterlere göre tedarikçi seçiminin yapılmasını; kriterler içerisinde yeşil kriterin; belirlenen diğer kriterlere ve tedarikçi seçimine etkisinin değerlendirilmesi için bir metodoloji geliştirmeyi önermektedir. Tedarikçi seçim kriterlerinin belirlenmesi ve tedarikçi seçimi için Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden Bulanık DEMATEL, Bulanık TOPSIS ve Bulanık VIKOR metodları kullanılmıştır. Yapılan çalışmalar neticesinde Türkiye’de Gıda sektöründe tedarikçi seçim kriterlerinden “Fiyat” ve “Kalite” kriterlerinin en önemli iki kriter olup; “Çevre” kriterinin en az önemli kriter olduğu görülmektedir.

Name and Surname : Mustafa DALAY
Supervisor : Prof. Dr. Kazım SARI
Degree and Date : PhD., 2021
Major : Business Administration
Key Words : Green Supply Chain Management, Supplier Selection,
Supplier Performance, Multi Criteria Decision Making Model.

ABSTRACT

SUPPLIER SELECTION MODEL DEVELOPMENT AND INVESTIGATION OF THE IMPORTANCE OF GREEN CRITERIA IN THE FOOD INDUSTRY

Supplier selection is an important decision in order to increase the performance of supply chains. As a result of the literature review, it is seen that it is an important necessity to consider environmental issues apart from economic decisions in supplier selection. Thanks to scientific studies, press, social media, official and non-governmental organizations, the environmental awareness and global competitiveness of the society have increased significantly. In this context, environmental factors were taken into account in the supplier selection process, which is an important decision point in supply chains. Thus, in addition to the optimization of traditional criteria, green criteria have started to take their place in the supplier selection problem. For this purpose, this doctoral thesis aims to determine supplier selection criteria; then selecting the supplier according to the determined criteria; The green criteria in the criteria; It proposes to develop a methodology to evaluate its impact on other specified criteria and supplier selection. Fuzzy DEMATEL, Fuzzy TOPSIS and Fuzzy VIKOR methods are used to determine supplier selection criteria and supplier selection methods. As a result of the studies carried out, "Price" and "Quality" criteria are the two most important criteria for supplier selection in the food sector in Turkey; it is seen that the criterion of "environment" is the least important criterion.

İÇİNDEKİLER

Sayfa No.

ÖZ

ABSTRACT

TABLolar LİSTESİ	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vii
KISALTMALAR	viii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ VE YEŞİL TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ

1.1 Tedarik Zinciri Yönetimi Kavramı	4
1.1.1 Tedarik Zincirinde Lojistik Yönetimi	5
1.1.2 Tedarik Zinciri Yönetiminde Tersine Lojistik	6
1.1.3 Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimi	8
1.1.4 Tedarik Zinciri Yönetiminin Gelişimi.....	8
1.1.5 Tedarik Zinciri Yönetiminin Amacı ve Faydaları	11
1.1.6 Tedarik Zinciri Yönetiminde Alıcı ve Tedarikçi İlişkileri	12
1.1.7 Tedarikçi Seçimi ve Tedarik Zinciri Yönetimi	14
1.2 Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi	15
1.2.1 Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimine Neden Olan Faktörler.....	17
1.2.2 Yeşil Tedarik Zinciri Yönetiminin Faydaları	18
1.2.3 Yeşil Tedarik Zinciri Uygulamaları	19
1.2.3.1 Yeşil Satın Alma	19
1.2.3.2 Yeşil Tedarikçi Seçimi.....	19
1.2.3.3 Yeşil Üretim.....	20
1.2.3.4 Geri Dönüşüm ve Yeniden Kullanım	21
1.2.3.5 Tersine Lojistik	21
1.2.3.6 Eko-Dizayn	22
1.2.4 İşletmelerde Performans Ölçümü ve Yönetimi	22
1.2.4.1 Yeşil Tedarik Zincirinde Performans Yönetimi	23
1.2.4.2 Yeşil Tedarik Zinciri Yönetiminde Performans Ölçüm Yöntemleri ..	23

İKİNCİ BÖLÜM
TEDARİKÇİ SEÇİM KRİTERLERİ VE ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME
MODELLERİ

2.1 Tedarikçi Seçim Kriterleri.....	25
2.1.2 “Tedarikçinin Ekonomik Durumu” Kriteri	27
2.1.3 “Ürünün Fiyatı” Kriteri	27
2.1.4 “Güven” Kriteri	28
2.1.5 “İş Yapısı” Kriteri.....	28
2.1.6 “Kalite” Kriteri	28
2.1.7 “Lojistik” Kriteri	28
2.1.8 “Mühendislik ve Teknik Kabiliyeti” Kriteri.....	28
2.1.9 “Satın Alma Koşulları” Kriteri	29
2.1.10 “Servis ve Hizmet” Kriteri	29
2.1.11 “Teslimat” Kriteri.....	29
2.1.12 “Üretim (İş gücü, Sistem, Kapasite, Esneklik)” Kriteri	29
2.1.13 “Yönetim Sistemi ve Taahhüdü” Kriteri	30
2.1.14 “Çevre” Kriteri	30
2.1.14.1 “Çevre” Kriterinin Gelişimi.....	31
2.2 Tedarikçi Seçim Kriterlerinin Belirlenmesinde Kullanılan Çok Kriterli Karar Verme (MCDM) Teknikleri.....	32
2.2.1 DEA Analizi (Veri Zarflama Analizi).....	35
2.2.2 Matematiksel Programlama (Amaç Programlama)	36
2.2.3 Artificial Intelligence (Yapay Zeka) Modeli.....	38
2.2.4 Stokastik Programlama.....	39
2.2.5 AHP Yöntemi (Analytic Hierarchy Process)	40
2.2.6 ANP Yöntemi (Analytic Network Process)	44
2.2.7 PROMETHEE Metodu (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations)	49
2.2.8 ELECTRE Metodu	52
2.2.9 MACBETH Metodu	59
2.2.10 GAIA Yöntemi (Geometrical Analysis for Interactive Assistance) (Etkileşimli Yardım için Geometrik Analiz).....	63

2.2.11 MAUT Metodu	66
2.2.12 UTA ve UTADIS Metodları.....	69
2.2.12.1 UTA Metodu.....	69
2.2.12.2 UTADIS Metodu	72
2.2.13 DEMATEL Metodu.....	74
2.2.13.1 Bulanık (Fuzzy) DEMATEL Metodu.....	77
2.2.14 TOPSIS Yöntemi (Technique for order preference by similarity to an ideal solution)	86
2.2.14.1 Bulanık (Fuzzy) TOPSIS Yöntemi	89
2.2.15 VIKOR Metodu	94
2.2.15.1 Bulanık (Fuzzy) VIKOR Metodu	99
2.2.16 Tedarikçi Seçiminde Kullanılacak Metodların Belirlenmesi	104

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TEDARİKÇİ SEÇİM KRİTERLERİNİN GIDA SEKTÖRÜNDE UYGULANMASI VE YEŞİL KRİTERLERİN ÖNEMİNİN ARAŞTIRILMASI

3.1 Gıda Sektörü.....	106
3.1.1 Türkiye’de Gıda Sektörü	107
3.2 Gelişmekte Olan ve Gelişmiş Ülkelerde Yeşil Tedarik Seçimi ile İlgili Benzer Çalışmalar	108
3.3 Türkiye’deki Benzer Çalışmalar	111
3.4 Araştırmanın Kavramsal Modeli.....	111
3.5 Araştırmanın Önemi.....	114
3.6 Araştırmanın Amacı	115
3.7 Araştırmanın Soruları.....	116
3.8 Modelin Anket Soruları.....	116
3.9 Araştırmanın Metodolojisi	116
3.9.1 Anakütle ve Örneklem Seçimi.....	117
3.9.2 Araştırmanın Kapsam ve Sınırlılıkları.....	118
3.9.3 Araştırmanın Varsayımları	118
3.9.4 Veri Toplama Yöntemi.....	118
3.9.5 Verilerin Analizi	119

3.10 Kriter Ağırlıklarının ve Önem Derecelerinin Bulanık DEMATEL Yöntemi ile Hesaplanması	119
3.10.1 Bulanık DEMATEL Anket Tasarımı	119
3.10.2 Bulanık DEMATEL Yönteminin Hesaplama Süreci	120
3.10.3 Anlamlılık Değerlendirme Kriterlerinin İncelenmesi.....	128
3.10.4 Merkezi Rol ve İlişkinin Derecesinin İncelenmesi	129
3.10.5 Strateji Haritası ve Nedensel Diyagram	129
3.11 Belirlenen Kriterlerin Uzman Görüşlerine Göre Bulanık TOPSIS Yöntemi Yardımıyla Uygun Tedarikçinin Seçilmesi.....	132
3.12 Belirlenen Kriterlerin Uzman Görüşlerine Göre Bulanık VIKOR Yöntemi Yardımıyla Uygun Tedarikçinin Seçilmesi	142
3.13 TOPSIS ve VIKOR Yöntemlerinin Temelleri ve Tedarikçi Seçim Değerlendirme Uygulamalarının Karşılaştırılması.....	147
SONUÇ VE ÖNERİLER	149
KAYNAKÇA	153
EKLER	194
Ek 1.Anket Birinci Bölüm.....	194

TABLolar LİSTESİ

	Sayfa No.
Tablo 1. Tedarik Zinciri Yönetim Evreleri	9
Tablo 2. Performans Ölçüm ve Yaklaşım Yöntemleri.....	24
Tablo 3. Literatür Taramasında Elde Edilen Tedarikçi Seçim Kriterleri	
Tablo 4. Çok Kriterli Karar Verme Problemleri ve Teknikleri.....	34
Tablo 5. AHP Metodu Sınıflandırma Ölçeği	41
Tablo 6. Matris boyutuna göre ortalama rasgele indeks (RI) (Saaty, 2000)	42
Tablo 7. İkinci Seviyede Ana Kriterler İçin İkili Karşılaştırma Matrisi	42
Tablo 8. ELECTRE Yönteminin Pratikte Bazı Kullanım Alanları.....	54
Tablo 9. Çok Ölçekli Karar Tablosu	55
Tablo 10. MACBETH Metodu Semantik Skalası.....	61
Tablo 11. Bulanık Dilsel Ölçek.....	80
Tablo 12. Kriterlerin Öncelik (Di+Ri) ve İlişki (Di-Ri) Değerlerinin Yorumu.....	83
Tablo 13. TOPSIS ve Bulanık TOPSIS Yöntemlerinin Pratikte Bazı Kullanım Alanları.....	87
Tablo 14. Fuzzy VIKOR Yöntemi, Kriter Ağırlığı İçin Dil Değişkenleri	99
Tablo 15. Fuzzy VIKOR Yöntemi, Alternatiflerin Değerlendirilmesi için Dilsel Değişkenler.....	100
Tablo 16. Gıda Sektörünün Cirosu (2017).....	107
Tablo 17. Bulanık DEMATEL Yöntemi, Direk İlişki Matrisi.....	121
Tablo 18. Bulanık DEMATEL Yöntemi, Üçgen Bulanık Sayılar Tablosu	122
Tablo 19. Bulanık DEMATEL Yöntemi, Dilsel Ölçek.....	123
Tablo 20. Bulanık DEMATEL Yöntemi Başlangıç Direk İlişki Matrisi	124
Tablo 21. Bulanık DEMATEL Yöntemi Normalleştirilmiş Direk İlişki Matrisi....	125
Tablo 22. Bulanık DEMATEL Yöntemi Merkezi Rol Derece Tablosu	126
Tablo 23. Bulanık DEMATEL Yöntemi, Kriterlerin Bulanık Önem Ağırlıkları	127
Tablo 24. Bulanık DEMATEL Yöntemi, Kriterlerin Göreceli Ağırlıkları	129
Tablo 25. Bulanık TOPSIS Yöntemi, Bulanık Dilsel Ölçek.....	134
Tablo 26. Bulanık TOPSIS Yöntemi, Dilsel Değerler ve Bulanık Ölçek	134
Tablo.27 Her Bir Kritere Göre Üretim İşletmesi Tedarik Zinciri İçin Sözel (Şifai) Değerlendirmeler.....	135

Tablo 28. Bulanık Karar Matrisi (1.Yönetici).....	135
Tablo 29. Bulanık Karar Matrisi (2.Yönetici).....	136
Tablo 30. Bulanık Karar Matrisi (3.Yönetici).....	136
Tablo 31. Bulanık Karar Matrisi (Ortalama).....	137
Tablo 32. Normalize Edilmiş Bulanık Karar Matrisi.....	138
Tablo 33. Ağırlıklandırılmış, Normalize Edilmiş Bulanık Karar Matrisi.....	138
Tablo 34. Bulanık Pozitif ve Negatif İdeal Sonuçlar	139
Tablo 35. Toplam Mesafe ve Memnuniyet Seviyesi	140
Tablo 36. Kriterlerin Ağırlıkları (VIKOR)	143
Tablo 37. Her Bir Kriteria Göre Her Bir Alternatifin Değerlendirilmesi	144
Tablo 38. Kriterlerin Bulanık Ağırlıklarının Elde Edilmesi	144
Tablo 39. Pozitif ve Negatif İdeal Çözümler Kriterlerin Pozitif ve Negatif İdeal Sonuçları.....	145
Tablo 40. Bulanık R,S ve Q Değerleri	146
Tablo 41. S, R, Q Net (Durulaştırılmış) Değerleri ve Alternatiflerin Sıralanması .	146
Tablo 42. Qi, Si, Ri'ye Göre Alternatiflerin Sıralanması	146

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa No.
Şekil 1. Tersine Lojistik ve Yeşil Lojistiğin Karşılaştırması	7
Şekil 2. GAIA Metodu Düzlemi	65
Şekil 3. Bir Üçgen A Bulanık Sayısının Gösterimi	79
Şekil 4. Üçgen bulanık sayı grafiği.....	90
Şekil 5. VIKOR Metodu İdeal ve Uzlaşık Çözümleri	95
Şekil 6. Fuzzy VIKOR Yöntemi, Kriter Ağırlığına Göre Bulanık Sayıların Üyelik Dereceleri	100
Şekil 7. Fuzzy VIKOR Yöntemi, Alternatif Derecelendirmesindeki Bulanık Sayıların Üyelik Derecesi	100
Şekil 8. Uygulama Çalışması Yol Haritası	113
Şekil 9. Uygulama Çalışmasının Kavramsal Modeli	114
Şekil 10. Kriterlerin Bulanık En İyi Performans Değerleri	128
Şekil 11. Tedarikçi Seçim Kriterleri Strateji Haritası	130
Şekil 12. Bulanık DEMATEL Yöntemi, Nedensel Diyagram	131
Şekil 13. Her Bir Kriterin A Tedarikçisinin Performansına Katkısı.....	141
Şekil 14. Her Bir Kriterin B Tedarikçisinin Performansına Katkısı	141
Şekil 15. Her Bir Kriterin C Tedarikçisinin Performansına Katkısı	142

KISALTMALAR

- ACA** : Karınca Kolonisi Algoritması
- AHP** : Analitic Hierarchy Process (Analitik Hiyerarşi Süreci)
- AI** : Artificial Intelligence (Yapay Zeka)
- AIB** : American Institute of Baking (Amerikan Fırıncılık Enstitüsü)
- ANP** : Analitic Network Process (Analitik Ağ Süreci)
- AR** : İlişki Kuralı
- ARGE** : Araştırma Geliştirme
- BN** : Bayesian Ağları
- BRC** : British Retail Consortium (İngiliz Perakende Konsorsiyumu)
- CBR** : Vaka Tabanlı Muhakeme
- CFCS** : Converting Fuzzy Data Into Crisp Scores (Bulanık verileri Net Puanlara Dönüştürme)
- CI** : Tutarlılık Endeksi
- CLM** : Council of Logistics Management (Lojistik Yönetim Konseyi)
- COA** : Ağırlık Merkezi Yöntemi
- CR** : Tutarlılık Oranı
- CSL** : Criteria Satisfaction Level (Kriter Memnuniyet Seviyesi)
- DEA** : Data Envelop Analyses (Veri Zarflama Analizi)
- DEMATEL** : Decision Making Trial and Evaluation Laboratory (Karar Verme Deneme ve Değerlendirme Laboratuvarı)
- DST** : Dempster – Shafer Teorisi
- DT** : Karar Ağacı
- ELECTRE** : The ELimination Et Choix Traduisant la REalite (Elimination and Choice Expressing Reality) (Gerçeği İfade Eden Eleme ve Seçim)
- EOQ** : Economic Order Quantity (Ekonomik Sipariş Miktarı)
- FAO** : Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
- FBV** : Bulanık En İyi Değer
- FNIS** : Negatif İdeal Çözüm
- FPIS** : Pozitif İdeal Çözüm

FWV : Bulanık En Kötü Değer

GA : Genetik Algoritma

GAIA : Geometrical Analysis for Interactive Assistance (Etkileşimli Yardım için Geometrik Analiz)

GSC : Green Supply Chain (Yeşil Tedarik Zinciri)

GSCM : Green Supply Chain Management (Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi)

GST : Gri Sistem Teorisi

GSYİH : Gayri Safi Yurtiçi Hasıla

HMI : Human Machine Interaction (İnsan Makine Etkileşimi)

ICT : Information and Communications Technology (Bilgi ve İletişim Teknolojisi)

IFS : International Food Standard (Uluslararası Gıda Standardı)

ISO : International Organization for Standardization (Uluslararası Standartlar Teşkilatı)

İSO : İstanbul Sanayi Odası

IT : Information Technology (Bilgi Teknolojisi)

KOBİ : Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler

MACBETH : Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique (Kategorik Tabanlı Değerlendirme Tekniğiyle Çekiciliği Ölçme)

MAUT : Multi-Attribute Utility Theory (Çok Özellikli Fayda Teorisi)

MCDM : Multiple Criteria Decision Making (Çok Kriterli Karar Verme)

M2M : Machine-to Machine Communication (Makine-Makine İletişimi)

MP : Matematiksel Programlama

NN : Sinir Ağı

OSL : Overall Satisfaction Level (Genel Memnuniyet Seviyesi)

PROMETHEE : Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations (Zenginleştirme Değerlendirmesi İçin Tercih Sıralaması Organizasyon Yöntemi)

PSO : Parçacık Sürü Optimizasyonu

RFID : Radio Frequency Identification (Radyo Frekans Tanımlama)

RPN : Risk Priority Number (Risk Öncelik Numarası)

RST : Kaba Küme Teorisi

SCM : Supply Chain Management (Tedarik Zinciri Yönetimi)

SVM : Destek Vektör Makinası

SWOT : Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats (Güçlü yönler, Zayıf yönler, Fırsatlar, Tehditler)

TOPSIS : Technique For Order Preference By Similarity To An Ideal Solution (Simülasyon Yardımıyla İdeal Çözümün Seçim (Tercih) Tekniği)

TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu

TZY : Tedarik Zinciri Yönetimi

UTA : UTilités Additives

UTADIS : UTilités Additives DIScriminantes

VIKOR : VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje Kriter (Optimizasyon ve Uzlaşma Çözümü)

WHO : Dünya Sağlık Örgütü

WSN : Wireless Sensor Network (Kablosuz Sensör Ağı)

YTZY : Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi

GİRİŞ

Günümüzde çevre sorunu, ekonomik girişim kadar ilginç, ilham verici ve yoğun bir biçimde gündeme gelmektedir. Aslında, işletmeler bunu başlangıçta sıradan yönetime kıyasla sadece ek bir maliyet olarak düşünmüşlerdir; ancak artan kısıtlayıcı yasalar ve halkın bilinçlenmesi ile enerji ve kaynak tasarrufu, işin iyileştirilmesinden kaynaklanan maliyet düşüşlerini yakalayabilme gibi birçok fırsatı aktif bir biçimde ele almışlardır (Grisi, 2010:149).

Artan hükümet düzenlemeleri ve çevrenin korunmasına ilişkin daha güçlü kamu bilinciyle, işletmeler küresel pazarda ayakta kalmak istiyorlarsa çevre sorunlarını görmezden gelemezler. Hedeflenen pazarlarda ürün satmak için çevresel düzenlemelere uymanın yanı sıra, işletmelerin ürünlerinin çevresel etkilerini gönüllü olarak azaltmak için stratejiler uygulamaları gerekir. Sürdürülebilir kalkınmayı sağlamak için çevre, ekonomik ve sosyal performansların entegrasyonu, yeni yüzyıl için önemli bir iş sorunudur (Lee ve ark., 2009:7917).

İşletme yönetiminin temel bir parçası satın alma işlevidir. Satın alma fonksiyonu içinde, ana sorumluluklardan biri, tedarikçilerin değerlendirilmesi ve seçimidir. Bu, hem imalat hem de hizmet işletmeleri olmak üzere her tür ticari işletme için ve ana malzeme ve ekipman dahil her tür ürün ve hizmetin satın alınması için geçerlidir. Günümüzün son derece rekabetçi, küresel çalışma ortamında, tatmin edici tedarikçiler olmadan düşük maliyetli, yüksek kaliteli ürünleri başarılı bir şekilde üretmek imkansızdır (Vokurka ve ark., 1996:106).

Tedarikçi seçim süreci, sürdürülebilir ortaklıklar geliştirmek ve tedarik zinciri performansını artırmak için temel bir operasyonel işlevidir (Banaeian ve ark., 2015:3).

Bir işletmenin çevre politikasını yönetmenin potansiyel olarak etkili bir yolu, onu satın alma işlevi faaliyetleriyle yani tedarikçi seçimi yoluyla yakından ilişkilendirmektir (Kannan ve ark., 2013:3).

Ekonominin hızla gelişmesiyle birlikte daha kirli su, sera etkisi, kaynak kıtlığı gibi insan sağlığını tehdit eden birçok çevre sorunu ortaya çıkmıştır. Sanayi, kirliliğin ana kaynağı olan doğal kaynak tüketimini ve kirliliği azaltmak için çevre yönetimini iyileştirmek zorunda kalınmaktadır. İşletmelerin tedarikçileri işletmeler için önemli

bir yer tutmaktadır; çünkü genellikle imalatlarda satın alma giderleri üretim maliyeti içindeki payı %60' dır. Daha iyi ürünleri satın almak, üretim süresini kısaltmak, satın alma maliyetini düşürmek, satın alma işlevi için etkili bir unsurdur ve sayıları gittikçe artan yöneticiler, satın almanın işletmelerin finansal performansını ve çevre yönetimini önemli ölçüde etkileyebileceğinin bilincindedir. Dışarıdan satın alınan malzeme veya ürünler, çevre üzerindeki etkiyi azaltmak için sistemin üretiminin her aşamasında önemli bir etkiye sahiptir (Hong-Jun ve Bin, 2010:3335).

Günümüzde rekabet yoğunlaşıp küreselleştikçe, işletmeler, daha karmaşık teknolojileri ve daha yüksek müşteri beklentilerini ele almak için özellikle doğal kaynakların adil ve yasal kullanımına odaklanarak, tedarikçilerinin sosyal sorumluluğuna daha fazla ilgi göstermektedir. Yeşil tedarik zinciri yönetimi (GSCM), kuruluşların çevresel risklerini ve etkilerini azaltarak ve ekolojik verimliliklerini arttırmak için çevresel etkilerin, bir ürünün yaşam döngüsünün; kaynak çıkarımından üretime, kullanımına ve yeniden kullanımına, geri dönüşüme ve imha edilmesine kadar tüm aşamalarında yer aldığı bilinciyle yaşamını sürdürmektedir (Büyüközkan ve Çifçi, 2012:405).

Tedarikçi değerlendirmesi, tedarikçi ilişkilerinin yönetimi kadar; literatürde geniş olarak yer verilen önemli bir çalışmadır. Literatürde bazı değerlendirme metotları yeşil tedarikçi performansını ölçsede; stratejik satın alma durumlarına göre spesifik olarak geliştirilmemiştir. (Dobos ve Vörösmarty, 2014:273) Günümüz iş çevresinde artan çevresel farkındalık ve sürdürülebilirlik, yeşil tedarikçi seçimi uygulamaları oldukça popüler olmuştur (Sarı; 2017:2). Yeşil tedarik zinciri yönetimi kullanımının temel amacı; tedarik zinciri ile ilgili aktivitelerden kaynaklı çevreye verilen zararın minimize edilmesidir (Sarı; 2017:2).

Bu çalışmanın amacı, tedarikçi seçimi kriterlerinin belirlenmesini; ardından belirlenen kriterlere göre tedarikçi seçiminin yapılmasını; kriterler içerisinde yeşil kriterin; belirlenen diğer kriterlere etkisinin değerlendirilmesi için bir metodoloji geliştirmeyi önermektedir. Mevcut yapılan çalışmalarda farklı kriterler ve farklı sektörlerde tedarikçi seçim kriterleri analiz edilmiş olup, bu çalışma ile literatürde 1966 yılından günümüze tedarikçi seçimi kriterleri ile ilgili araştırma yapılarak,

tedarikçi seçiminde en çok kullanılan kriterler ve yeşil kriterin tedarikçi seçimine etkisi tespit edilerek; bu kriterlerin gıda sektöründe tedarikçi seçimine etkisi analiz edilecektir.



BİRİNCİ BÖLÜM

TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ VE YEŞİL TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ

Tez çalışmasının bu bölümünde tedarik zinciri yönetimi kavramı, gelişimi, faydaları ile alıcı-tedarikçi ilişkileri ele alınmaktadır. Bununla birlikte, günümüzde tedarik zincirinin önemli unsuru haline gelen yeşil tedarik zinciri yönetimi kavramı, yeşil tedarik zinciri yönetimi uygulamaları ve yeşil tedarik zinciri yönetiminin faydaları hakkında bilgiler verilmektedir. Bu bölümün sonunda yeşil tedarik zincirinde işletme performans ölçüm yöntemlerinede yer verilmektedir.

1.1 Tedarik Zinciri Yönetimi Kavramı

Tedarik zinciri yönetimi “birincil hedefi toplam sistemler perspektifini kullanarak malzemelerin kaynağını, akışını ve kontrolünü entegre etmek ve yönetmek olan organizasyonel bir kavram olarak” tanımlamıştır. (Larson ve ark.2002:36) Ayrıca birden fazla fonksiyon ve birden fazla tedarikçi katmanı arasında; bir tedarikçinin tedarikçilerini yönetme kavramı, genellikle tedarik zinciri yönetimi olarak adlandırılmaktadır. (Larson ve ark. tarafından 2002:36; Monczka, Trent ve Handfield (1998)), Daha sonra kitaplarında (Larson ve ark. tarafından 2002:37; Leenders ve Fearon (1997)), SCM'yi “hammadde tedarikçilerinden fabrikalar ve depolar aracılığıyla nihai müşteriye tüm bilgi, malzeme ve hizmet akışını yönetmeye yönelik bir sistem yaklaşımı” olarak tanımladılar.

Tedarik Zinciri Konseyi ise şu tanımları kullanır: "Lojistik uzmanları tarafından giderek daha fazla kullanılan bir terim olan tedarik zinciri, tedarikçinin tedarikçisinden, müşterinin müşterisine kadar nihai bir ürünün üretilmesi ve sunulması için gereken her çabayı kapsar." Arz ve talep yönetimi, hammadde ve parça tedariki, üretim ve montaj, depolama ve envanter takibi, sipariş girişi ve sipariş yönetimi, tüm kanallar arasında dağıtım dahil olmak üzere, bu çabaları planlayan, kaynak yapan, müşteriye teslim eden süreçlerden ibarettir (Lummus ve ark. 1999:11).

Tedarik zinciri, hizmet politikasını karşılayan, maruz kaldıkları inanılmaz rekabet ortamı nedeniyle mümkün olan en düşük maliyet seviyesini koruyan, kuruluş için genel bir plan oluşturan bu işlevleri bütünleştiren bir stratejidir. Bir tedarik

zinciri, hammadde tedarikinden nihai ürünlerin müşteriye dağıtımına kadar bir ürünün imalatında yer alan bir departmanlar ağıdır (Haq ve Kannan, 2006:826).

Tedarik zinciri yönetimi, Amerikan Üretim ve Stok Kontrol Topluluğu (APICS), tarafından “İlk girdi hammaddesinden en son tüketime kadar, talep edilen nihai ürünün üretilmesi amacıyla tedarikçi ve kullanıcı işletmeleri birbirine bağlayan süreçler veya değer zinciri boyunca müşteriler için ürün veya hizmet verilmesini sağlayan işletme içinde veya dışında yürütülen işlevlerin tamamı” olarak tanımlanmaktadır (Atrek ve Özdağoğlu, 2014:13).

1.1.1 Tedarik Zincirinde Lojistik Yönetimi

“Lojistik Yöneticileri Konseyi” (Council of Logistics Management – CLM) (1986) tedarik zincirinin en önemli birimlerinden olan lojistik yönetimini üreticiden tüketiciye ulaşıncaya kadar geçen süreçte; hammadde, yarı mamul, son ürün veya bilgi akışının; maliyet bakımından en iyi koşullarda depolanması ile tüm akışın müşteri ihtiyaçlarına göre uygun bir şekilde planlanması, uygulanması ve kontrol edilmesi faaliyetlerinin oluşturduğu süreç olarak tanımlamaktadır (Günday, 2018:14-15).

Lojistik ifadesi, bir tedarik zincirindeki malzemelerin, parçaların ve ürünlerin taşınması ve depolanması anlamına gelir. Depolara gelen ve giden malzeme süreçlerinin yanı sıra dahili ve harici malzeme elleçleme ve nakliye işlemlerini içerir. Lojistik yönetimi ise, tüm müşterilerin gereksinimlerini sağlayabilmek için mal, hizmet ve bilgilerin ilk çıkış noktası ile son tüketim noktası arasında verimli, etkili ileri ve ters yönlü akışını ve depolanmasını planlayan, uygulayan ve kontrol eden tedarik zinciri yönetiminin bir parçasıdır. Genellikle “giden ve gelen taşımanın yönetimi”, “filo yönetimi”, “depolama”, “taşıma”, “sipariş karşılama”, “lojistik ağ dizaynı”, “stok yönetimi”, “tedarik / talep planlaması” ve “üçüncü taraf lojistik hizmet sağlayıcılarının yönetimini” içerir (Zijm ve ark., 2018:33-34).

Ayrıca başka bir tanımda Lojistik Yönetimi, hammaddelerin elde edilmesinden bitmiş ürünün nihai tüketiciye teslimine kadar toplam malzeme akışını ve malzeme hareketini kontrol eden ve kaydeden, karşı bilgi akışını kapsayan, doğru müşteriye, doğru maliyetle, doğru zamanda, doğru yerde, doğru ürünü, doğru

miktarda ve doğru koşulda teslim etme çabasını somutlaştıran bir yaklaşımdır (Kain, 2018:3812).

1.1.2 Tedarik Zinciri Yönetiminde Tersine Lojistik

“Tersine lojistik” ürün, hizmet ve bilgi akışının son tüketiciden tedarikçinin tedarikçisine doğru, değer kazandırmak veya malzemenin çevreye zarar vermeden yok edilmesini sağlayarak; tüm operasyonların planlanması, yürütülmesi ve koordine edilmesidir. İyi uygulanan “Tersine lojistik” ile işletmenin hammadde, yarı mamul ve malzeme maliyeti azaltılarak, müşterinin satın alma riski azaltılır ve verilen tepki süresi iyileştirilir. Böylelikle “sosyal sorumluluk” ve “çevreci işletme imaj” geliştirerek işletmeye rekabet avantajı sağlanabilmektedir (Nakıboğlu, 2007:181).

Avrupa Ters Lojistik Çalışma Grubu tarafından ifade edildiği üzere "Tersine Lojistik", üretim, dağıtım veya kullanım noktasından bir geri kazanım veya uygun bertaraf noktasına kadar proses envanterinde, ambalajda ve bitmiş ürünlerde hammaddelerin geriye doğru akışlarının planlanması, uygulanması ve kontrol edilmesi süreci olarak tanımlanmaktadır. Tedarik Zincirlerinde ters akış oluşturmak için, üreticiler perakendecilere kullanılmış ürünleri toplayıp iade etmeleri için teşvik veren geri alma programı teklifleri sunmalıdır (Kazemi, 2018:4937).

Tersine lojistik, şirketlerin geri dönüşüm, yeniden kullanma ve kullanılan malzeme miktarını azaltma yoluyla çevresel olarak daha verimli hale gelebildiği bir süreçtir. Aynı zamanda, materyallerin kanal üyeleri arasında ters dağılımı olarak düşünülebilir. Ters lojistiğin daha genel mantığı, tüm çevrimde kullanılan malzemelerin azaltılmasını içerir, böylece daha az malzeme geri akar, malzemelerin yeniden kullanımı mümkündür ve geri dönüşüm kolaylaşır (Carter ve Elram, 1998:85).

Tersine lojistik, stratejik etkileri nedeniyle son yıllarda daha fazla ilgi görmektedir. İyi yönetilen bir tersine lojistik programı, envanter taşıma, nakliye ve atık bertaraf maliyetlerinde tasarrufun yanı sıra müşteri hizmetlerini iyileştirebilir. Ürünlerin bertarafına ilişkin hükümet mevzuatı, fazla atığın sosyal maliyeti konusunda halkın bilinçlendirilmesi ve geri dönüşüm için artan destek, işletmelerin tersine lojistikteki katılımını arttırmaya katkıda bulunmuştur (Daugherty ve ark. 2001:108).

Ters lojistik sistemlerinin etkili bir şekilde uygulanması için aşağıdaki faktörler önem arz etmektedir (Dowlatshahi, 2000:146):

(1) Tersine lojistik ve beraberindeki yeniden üretim veya geri dönüşüm işlemleri, mevcut üretim operasyonlarındaki olası eksiklikleri tespit edebilir veya belirleyebilir.

(2) Maliyet-fayda analizi yapılmalıdır.

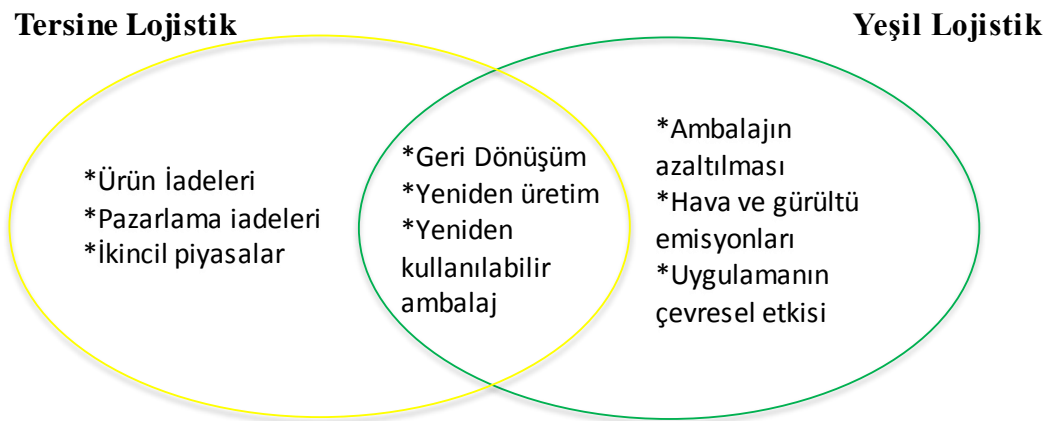
(3) İyileştirilmiş veya yeniden yapılandırılmış bir malzeme listesi esastır.

(4) Tersine lojistik gereksinimleriyle başa çıkmak için etkili yönetim ve organizasyonel prosedürler mevcut olmalıdır.

(5) Ulaşım modları ve ağları, mevcut ulaşım sistemleriyle iyi entegre edilmelidir.

(6) Tersine lojistikte kullanılan ambalaj daha az maliyetli, kullanımı kolay ve çevre dostu olmalıdır.

Ters lojistik ve yeşil lojistiğin eşit olarak uygulanabileceği birçok faaliyet vardır. Şekil 1.'de Ters lojistik ve yeşil lojistik arasındaki farklılıklar ve ortak özellikler gösterilmektedir:



Şekil 1. Tersine Lojistik ve Yeşil Lojistiğin Karşılaştırması

Kaynak: Rogers, D.S., Tibben-Lembke, R. (2001). An Examination Of Reverse Logistics Practices. Journal Of Business Logistics, Vol.22, No. 2, 130-131.

1.1.3 Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimi

2004 Dünya Bankası için hazırlanan raporda sürdürülebilirlik ile eşitlik kavramlarının yakından ilişkili olduğu ifade edilmiştir. Burada geçen eşitlik kavramı tüm tarafların haklarını ve gereksinimlerini karşılayabilme, yetenekleri bakımından aynı şartlara sahip olabilmesi anlamında kullanılmaktadır. Gelecekteki nesli korumak için şimdiden eşitliğin sağlanması gerekmekte olup, sürdürülebilirlik hedeflerinin bu yönde belirlenmesi önem kazanmaktadır. Sürdürülebilirlik, tüm kaynaklarını çevreye saygılı ve en uygun şekilde kullanan bir toplum yaratmak maksadıyla yürütülen katılımcı bir prosestir (Altuntaş ve diğ., 2012:41).

Sürdürülebilir Tedarik Zincir Yönetiminde, işletmelerin sorumlulukları sadece kendi icraatları ile sınırlı değildir. Aynı zamanda, içinde buldukları tedarik zincirleri faaliyetlerinin kapsamında önem arz etmektedir. Bugün bir Avrupa ülkesindeki yerleşik bir marka, üretim süreçlerinin farklı aşamalarını gerçekleştirdiği coğrafyalarda yer alan tüm ülkelerdeki faaliyetlerinden de sorumlu tutulmaktadır. Bu nedenle kurumsal sürdürülebilirliği sadece merkez yönetiminin bulunduğu ülkede benimsemiş olsada, kavramın tanımı gereği kendisi dışında yer alan ancak kendisi ile ilgili olan diğer faaliyetleri de inceleyerek; sürdürülebilir hale getirmek için mücadele etmek durumundadır (Altuntaş ve diğ. 2012:46).

Çevresel sürdürülebilirlik, organizasyonel bir zorunluluktan ziyade bir tedarik zinciri zorunluluğudur. Çevre dostu süreçlerin, ürünlerin ve hizmetlerin geliştirilmesi, iş ortağı düzeyinde tedarik zincirinin tüm üyelerinin birleşik bir çabasını gerektirir (Green ve ark., 2012:290).

1.1.4 Tedarik Zinciri Yönetiminin Gelişimi

TZY'nin tarihsel gelişiminin beş ayrı aşamada meydana geldiği söylenebilir. Aşağıdaki Tablo' da gösterildiği üzere ilk aşama (1960 öncesi), ademi merkezîyetçi lojistik yönetimi çağı olarak tanımlanabilir. Bu dönemde, lojistik fonksiyonlar genellikle bölümlere ayrıldı; satış, üretim ve muhasebe departmanlarına eklendi. Tedarik, gelen / giden nakliye ve envanter yönetimi gibi doğal olarak destekleyici faaliyetler birbirinden ayrıldı. Ancak oldukça dağınık, görece koordinasyonsuz ve maliyetli bir lojistik yönetimiydi. 1960'ların ortalarına gelindiğinde, artan iş karmaşıklıkları ve birleşik bir lojistik planlama ve yürütme stratejisinin eksikliği,

şirketleri lojistik işlevlerini tek bir departmanda yeniden birleştirmeye zorluyordu. Akademisyenler ve uygulayıcılar, bu fikirleri yeni bir terim olan Fiziksel Dağıtım Yönetimi etrafında sistematikleştirmeye başladılar (Ross, 2011:6).

Tablo 1. Tedarik Zinciri Yönetim Evreleri

Tedarik Zinciri Yönetimi Evreleri	Yönetimin Odağı	Organizasyonel Tasarım
Ademi Merkeziyetçi Fonksiyonlar (Lojistik) Dönemi (1960'a kadar olan dönem)	*Üretim Performansı *Satış Pazarlama Desteği *Stok Kontrol *Taşıma Verimliliği *Fiziksel Dağıtım Yönetimi	*Ademi Merkeziyetçi Lojistik Fonksiyonu *Lojistik Fonksiyonları Arasında Zayıf İlişkiler *Düşük Lojistik Yönetimi
Toplam Maliyet Yönetimi Dönemi (1970-1980 arası)	*Merkezi Lojistik *Toplam Maliyet Yönetimi *Üretim Optimizasyonu *Müşteri Hizmeti *Rekabet Unsuru	*Lojistik fonksiyonunun merkezileşmesi *Lojistik yönetiminin güçlendirilmesi *Elektronik uygulamalar
Karma Fonksiyonlar Dönemi (1980-1990 arası)	*Konsept olarak Lojistik *Toplam Kalite Yönetimi *Dış Kaynak Kullanımı	*Lojistik için stratejilerin geliştirilmesi *Tedarikçilerle ilişkilerin güçlendirilmesi *Lojistik kanallarının planlanması
TZY Dönemi (1990-1999 arası)	*TZY *NW harici ilişkiler *Tedarik Zinciri Üye İlişkilerinin artması *Tedarik Zincirinin Katma Değer Yaratması	*Ağlar oluşturulması *Sanal Organizasyonlar *Pazar Bütünleşmesi *Kıyaslama ve yeniden yapılanma *ERP ile entegrasyon
e - TZY Dönemi (2000 ve sonrası)	*Bilgi ve teknolojilerin kullanılması *E-İşletmecilik *Düşük Maliyetli Ağ Yapıları *TZY Senkronizasyonu	*Çoklu Ağ yapıları ve Tedarik Zincirleri *Çeviklik ve Uyum *Pazar Odaklılık

Kaynak: Ross, D.F., (2011). Introduction to Supply Chain Management Technologies. 2.Baskı. Abingdon, Newyork, ABD: Taylor and Francis Group, LLC, P:6.

İkinci aşamada Toplam maliyet yönetimi olup, 1970’li yıllara gelindiğinde “Toplam Maliyet” odaklı bir değişim yaşanmıştır. Tedarikçilerle bilgi paylaşımı riskli görülmekte olup, işletmelerin rekabet stratejilerinde maliyet dışında kalitenin iyileştirilmesi ve üretim çevrim süresinin kısaltılmasına dönük bir değişim yaşanmıştır. Bu dönemde işletmeler yüksek stok seviyesinin ürün kalitesi ve teslimat süresi üzerindeki etkisinin yanı sıra üretim maliyetleri üzerindeki etkisi fark edilmiş; tedarikçilerin veya pay sahiplerinin performanslarının direk veya endirekt olarak işletmeyi maliyet, müşteri memnuniyeti ve yönetim açısından etkilediğini görmüşlerdir. Malzeme Yönetimi modeli bu dönemde ortaya çıkmış ve işletmeler performanslarını arttırmak için bu modeli uygulamaya başlamışlardır (Güleş, 2012: 2).

SCM gelişiminin üçüncü aşaması 1980'leri özetleyen iki önemli konu etrafında gerçekleştiği söylenebilir: rekabet ve kalite yönetimi. Rekabet, çoğu zaman radikal bir şekilde yeni yönetim felsefeleri ve duyulmamış verimlilik, kalite ve karlılık düzeylerini gerçekleştiren organizasyonel yapıları kullanan yabancı rakiplerin muazzam baskısı şeklinde geldi. Tehdit aynı zamanda yeni toplam kalite yönetimi felsefelerinin gücünden ve bunların daha esnek ve "yalın" süreçleri nasıl etkinleştirebileceğinden, işgücünün yaratıcı güçlerinden nasıl yararlanabileceğinden ve tamamen yeni rekabet avantajı biçimlerinden nasıl etkilendiğinden kaynaklanıyordu. Şirketler ayrıca, tedarik kanallarının rekabet avantajı için dinamik bir güç olarak kullanılabilirliğini anlamaya başladı. İşletmeler ticaret ortaklarının yalnızca lojistik işlevlerini entegre etmelerini sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda pazarlama, ürün geliştirme, envanter, üretim ve kalite yönetiminden de destek sağlamaya çalıştılar. Bu atılımların önemi, eski Fiziksel Dağıtım Yönetimi başlığı yerine yeni bir terim olan Entegre Lojistik'in benimsenmesiyle vurgulandı (Ross, 2011:8).

1990'lı yıllarda SCM alanında yapılan araştırmalarda tedarik zinciri yönetiminin; operasyon yönetimi alanında performans ölçümünün "dışsallaştırılmasına" yönelik eğilimin büyük ölçüde artarak geliştiğini vurgulandığı görülmektedir. Bu gelişme, temelde bilgi teknolojisindeki hızlı değişimler ve ekonomik, demografik ve politik gelişmelerin yarattığı yeni rekabetçi küreselleşmiş ortam ile hızlanmıştır. SCM alanındaki araştırmalar, stratejik yönetim, endüstriyel organizasyon, kurumsal ve üretim ekonomisi (işlem maliyetleri), kuruluşlar arası ilişkiler, bilgi yönetimi ve sistemlerde teorik kavramların ve araştırmanın birleştirilmesi yoluyla lojistik / operasyon süreçleri hakkındaki temel endişelerinden gelişmiştir. Bununla birlikte tedarik zinciri yönetiminin genel kapsamının şirketlerin fiziksel, işlevsel ve yasal sınırlarını aşmıştır. Bu nedenle, tedarik zinciri yönetiminin sorun alanı, analiz birimi olarak yalnızca tek bir işleve veya şirkete odaklanmaz, etkileşimli ve birbirine bağlı işlevler, gruplar ve kuruluşlar karşısında daha geniş bir görüş alır. (Giannakis, 2004:28-29).

Son on yılda, E-Ticaret ve Bilgi Teknolojisi (IT), Tedarik Zinciri Yönetimi (SCM) üzerinde büyük bir etki göstermiştir. Küresel tedarik zinciri bütünlüğünü iyileştirmek için bilgi teknolojisi ve (IT)'nin etkin kullanımının sağlandığı ilgili

alanlardaki ana konulardan biri haline gelmiştir: ICT (Bilgi ve İletişim Teknolojisi) teknolojilerini etkinleştiren anahtar radyo frekansı tanımlama (RFID), kablosuz sensör ağı (WSN), makine-makine iletişimi (M2M), insan-makine etkileşimi (HMI), ara katman yazılımı, web hizmeti, bilgi sistemleri vb. modern (ICT) alanının ortak paradigması haline geldi. Teknolojiler, karmaşık ve hızla değişen pazar koşulları karşısında gerçek zamanlı iş birliğine dayalı tedarik zinciri yönetimi, tedarik zinciri entegrasyonu ve tedarik zinciri kalite yönetimine olanak tanımaktadır (Olah, 2018:132).

1.1.5 Tedarik Zinciri Yönetiminin Amacı ve Faydaları

Tedarik Zinciri kavramı, iyileştirilmiş kalite, düşük maliyet, artan yanıt verme süresi ve daha kısa teslim süresi açısından rekabet baskısına yanıt olarak 1990'ların sonlarından bu yana araştırmacılardan ve uygulayıcılardan artan ilgi görmeye başladı (Das, 2017:7-8).

Tedarik zinciri yönetiminin dış baskılar ve stratejik tedarik zinciri uyumunun potansiyel faydaları olmak üzere iki temel itici gücü vardır. Dış baskılar, teknolojiye gelişmeler ve ulusal sınırların ötesinde artan müşteri talebi gibi güçleri içerir; stratejik uyum ise maliyetlerin düşürülmesi ve dikey olarak hizalanmış işletmeler arasındaki ilişki ve iş birliğinin gücü kullanılarak yoğun rekabetin sağlanabilmesidir. İlk itici güçle artan stok devir hızı, artan gelir ve zincir genelinde maliyet azaltma sağlanabilirken; iş birliği ile tüm iş ortaklarının maliyetlerini azaltması ve envanterin müşterilere daha hızlı iletilmesi sağlanır. Böylelikle daha kısa sipariş döngüsü süreleri ve daha fazla ürün kullanılabilirliği elde edilebilmektedir (Fawcett ve ark. 2008:36).

SCM, lojistik yönetimden türetilmiş olmasına rağmen, kapsamı çok daha geniştir. Lojistik yönetimi, maliyet verimliliği yoluyla karlılığı ve operasyonel doğruluğu vurgular, ancak SCM, rekabet avantajı elde etmek için tüm organizasyonel işlevleri tek bir çatı altında birleştiren stratejileri birleştirerek daha da ileri gider. SCM'nin temel amaçları iki yönlüdür (Tarofder ve ark., 2017:30):

- (1) Son kullanıcıların değerini artırmak;
- (2) Tüm tedarik zinciri boyunca maliyet verimliliği sağlamak.

TZY'nin verimli ve etkin olarak kullanılması halinde işletmelere sağladığı yararları aşağıdaki gibi sıralamıştır:

*Üretimin sürekliliğini sağlamak için girdilerin teminini güvence altına almaktadır;

*Tedarik süresini azaltarak, piyasa şartlarındaki değişikliklere tepki süresini kısaltmaktadır;

*Tüketici beklenti ve ihtiyaçlarına en uygun şekilde cevap vererek kalite ve hizmet seviyesini arttırmaktadır;

*Yeni teknolojilerin kullanılmasına katkıda bulunmaktadır;

*Toplam sahiplik ve stok maliyetini azaltmaktadır;

*İşletmenin iç ve dış paydaşlarına ilişkin bilgi akışı ile birlikte malzeme akışı ve finansal durumu izlenebilir ve yönetilebilir hale gelmektedir (Günday 2018 tarafından; Şen 2008:5).

1.1.6 Tedarik Zinciri Yönetiminde Alıcı ve Tedarikçi İlişkileri

TZY işletmelere satın alma süreçlerinin etkin olarak yürütülmesi, maliyetlerin optimize edilmesi, işletmeler arasındaki iş birliğinin güçlendirilmesi, uzmanlaşmanın sağlanması, alıcı-tedarikçi ilişkilerinin en iyi seviyeye getirilmesi, elektronik ticaret uygulamalarının etkinleştirilmesi gibi birçok alanda fayda sağlamaktadır. Bu nedenle tedarik zinciri sürecinin en önemli unsurlarından olan alıcı-tedarikçi ilişkilerinin düzenlenmesi ve geliştirilmesi rekabet avantajı elde etmede önemli bir yer tutmaktadır (Çağlıyan tarafından 2009a:477).

Dış kaynak kullanımıyla ilgili riskleri minimize etmek için işletmeler, ortak girişimler, stratejik ortaklıklar, teknoloji lisansları, varlık sahipliği, franchising ve uzun vadeli ortaklık ilişkileri gibi "Yarı Entegrasyon" stratejileriyle ilgilenmeye başladılar. Bir işletmenin fiyat, kalite, zamanlama, esneklik ve yenilikçilik gibi büyük rekabet boyutlarındaki performansı, büyük ölçüde tedarikçi ağının belirlediği ortaklık taahhütleri ve etkin tedarikçi yönetimine bağlıdır (McIvor ve McHugh, 2000:222).

Alıcı-Tedarikçi ilişkileri üzerine yapılan ilk araştırmalar iki temele dayanıyordu: “İlişkisel yönetim mekanizmaları” ve “Tüm tedarik zinciri için üstün değer yaratımı”. Güvene ve gayri resmi korumalara dayalı ilişkisel yönetim mekanizmaları daha yüksek değer yaratılmasına yol açabilirken, güven eksikliği ve fırsatçılık sözleşmeye dayalı yönetim mekanizmaları tarafından kontrol edilebilmektedir. Ancak diğer bir bakışa göre ise, her ortağın tahsis ettiği miktar, ilişkideki göreceli güçlerine bağlıdır. Bu güçler, yönetim ve ilişkinin devamı üzerinde daha fazla etkiye sahiptir (Brito ve Miguel, 2017:61).

Tedarik zincirinin başarısını sağlamak için, çoklu ve yedek tedarik ilişkisini güçlendirmek ve imkanlar dahilinde tedarikçi sayısını azaltmak gerekmektedir. Tedarikçi ve alıcı ilişkilerinde amaç, uzun vadeli performans iyileştirme ilişkisi geliştirmek için, işletmenin satın alma fonksiyonunun çabalarını tercih edilen tedarikçiler üzerinde yoğunlaştıracak zaman ve kaynaklara sahip olmasını sağlamaktır. Proaktif tedarikçi geliştirme programları aracılığıyla birinci kademe tedarikçilerin performansında iyileştirmeler yapmak bu amaca hizmet etmektedir (Cow, 2001:8).

Alıcı-tedarikçi ilişkilerinin yönetimi, işletmelerde tedarik zinciri yönetiminin başarısının merkezinde yer alır. Tedarik zincirinde değer yaratımını en üst düzeye çıkarmak için özellikle kritik tedarikçilerle stratejik iş birliği için anlaşılmalıdır. Yapılan çalışmalar, bu ilişkilerin başarılı bir şekilde yönetilmesinin işletme performansına katkıda bulunduğunu göstermiştir. Yatırımların yüksek olduğu ve sözleşmeye dayalı yönetimin tek başına yeterli olmadığı, yüksek değerli stratejik ilişkilerde güven ve bağlılık gibi boyutların önemli bir rol oynadığı gösterilmiştir. Bu tür ilişkilerde, her iki tarafın da iş birliğinden değer kazandıklarını algılaması ve iş birliğinin bir başarı olarak kabul edilmesi önemlidir (Ambrose, 2010:1269-1270).

İşletmeler, verimlilik, esneklik ve rekabet avantajı elde etmek için tedarik zinciri ortaklarıyla artan bir şekilde iş birliği ilişkileri kurmaktadır. İşbirlikçi ilişkiler, her bir ortağın bağımsız olarak yaratamayacağı benzersiz bir değer yaratmak için, her ortağın ortak çabalarıyla uzun vadeli iş birliğine sıcak bakmaktadır. Bu konu ile ilgili yapılan çalışmalarda; iş birliğine dayalı ilişkilerle uğraşan işletmelerin daha iyi görünürlük, daha yüksek hizmet seviyeleri, daha fazla esneklik, daha fazla son

müşteri memnuniyeti ve daha kısa çevrim süreleri elde ettikleri görülmektedir (Nyaga ve ark., 2010:101).

1.1.7 Tedarikçi Seçimi ve Tedarik Zinciri Yönetimi

1980'lerin sonlarından 1990'ların başına kadar olan ekonomik ortam, işletmeleri daha fazla rekabet kabiliyeti ile uluslararası pazar rekabetine maruz bırakmaya zorladı. Günümüzde ise işletmeler, tedarikçi kabiliyeti ve rekabet yeteneği için müşteri gereksinimi gibi dahili ve harici olarak daha iyi üretim teknolojisine sahip olmalıdır. İşletmeler tedarikçiye karşı tutumlarını düşmandan partnere değiştirmeli ve tedarik zincirini güçlendirmek için tedarikçilerini bir kaynak olarak görmelidir (Cousins ve Menguc, 2006:605).

SCM, rekabet kabiliyetini arttırmak için; işletme içi faaliyetler ile işletme dışı kurumsal ortaklarla olan ilişkileri entegre etmeyi; büyük ölçüde önemsemektedir (Li ve Wang, 2007:2). Eski (geçmiş) ekonomilerde, şirketler diğer işletmelerle (müşteri veya tedarikçi) olan ilişkilerde çok işbirlikçi olarak; ortak hareket etmesede, yeni ekonomilerde iş birliği, ortaklık, sinerji ve birleşme konularında daha aktif rol almaktadır (Altındağ ve ark, 2014:18).

İşletme performansı, iç entegrasyon ve iç grup üyelerinin, karşılıklı ürün tanımını geliştirmek için dış müşteriler ve tedarikçilerle iş birliği kurulduğunda artar (Lee ve Rhee, 2007:215). Tedarik zinciri ilişkisinin yanlış yönetimi, doğrudan veya dolaylı olarak kötü etkilere yol açar. Örneğin, toptan veya perakende pazarındaki üreticiler farklı marjinal maliyetler ve belirsiz durumlarla karşı karşıyadır ve bu da optimum kâr yerine stratejik bir kararla kârı en üst düzeye çıkarır. Bu nedenle, perakende satıcı ürünleri daha yüksek fiyatlandırarak, daha az miktarda sipariş verecek veya daha az müşteriye hizmet verecektir (Choi ve Krause, 2006:644).

İşletmeler etkin ve verimli SCM uygulamalarından büyük miktarda doğrudan ve dolaylı kâr elde edilebileceğini fark etmektedir. Tedarikçi seçimi, tedarik zinciri ilişkisinin entegrasyonu üzerinde büyük etkiye sahiptir. Etkili ve doğru tedarikçi seçimi kararları, birçok şirketin kurumsal performanslarını arttırmak için üretim ve lojistik yönetiminde önemli bileşenlerdendir (Chang, B., ve ark. 2011:1850).

İyi tasarlanmış bir tedarik zinciri yönetimi (SCM) sistemi uluslararası ekonomi çağında rekabet avantajını geliştirmek ve hızla gelişen bilgi teknolojisi açısından önem taşımaktadır (Li ve Wang, 2007:1). Ürün kalitesi ve performans arasındaki fark, küresel pazardaki rekabetin artmasıyla sona ermektedir (Chang, B., ve ark. 2011:1850).

Doğru tedarikçi tahminleri, işletmelerin tedarik zinciri ortaklarını bulmalarına ve sonuç olarak organizasyonel performanslarını arttırmalarına yardımcı olur (Chang, B., ve ark. 2011:1850).

Tedarik zinciri yönetiminin başarısı veya başarısızlığı, uygun bir SCM sistemine ve uygun tedarikçilere bağlıdır. Birçok işletme, tedarikçilerle stratejik ortaklıklar kurarak işbirlikçi ticaret uygular ve bunları ürün araştırma ve geliştirmenin ilk aşamalarına dahil eder. Böylelikle tedarikçilerin motivasyon düzeylerinin artırılmasını sağlayarak; hızlı ürün geliştirme süreleri, inovasyonu artırma ve daha iyi ürün kalitesi elde etme imkanı bulurlar (Araz ve Özkarahan, 2007:586).

Uzmanlar, tedarikçi seçiminin satın alma departmanının en önemli işlevlerinden biri olduğunu ve bu sayede işletmelerin malzeme maliyetinden tasarruf etmelerine ve rekabet avantajlarını arttırmalarının mümkün olabileceği konusunda hem fikirdir (Saen, 2007:84).

Etkili bir tedarik zincirinde, işletmeler öncelikle seçkin tedarikçiler bulmalı ve daha sonra bu tedarikçilerle uzun vadeli ortaklıklar kurmalıdır. Bu sayede işletmeler rekabet yeteneklerini arttırabilmektedir. Özellikle küresel rekabet, işletmeleri dünyadaki en iyi tedarikçileri bulmaya zorlamaktadır. Bu nedenle, farklı coğrafi bölgelerde tedarik zincirini koordine etmek daha da zorunlu hale gelmektedir. İşletmeler bunun için en iyi sınıf tedarikçilerin toplam katkılarını en üst düzeye çıkarmak zorundadır. (Shin, Collier ve Wilson, 2000:321).

1.2 Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi

Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi, ilk girdi olan hammaddelerin meydana gelmesi ile başlayan, sırasıyla üretici, dağıtıcı, perakendeci ve nihai müşteri arasında geçen süreçte; sistemi verimli hale getirebilmek için maliyet ve çevre ile ilgili tüm

öğelerinde dahil edildiği bir yönetim sistemi olarak tanımlanabilir. Ayrıca yeşil tedarik zinciri; içerisinde yer alan tüm süreçleri, bu süreçlerin sahiplerini, sistemi ve sistemin yapısını dikkate alarak tedarik zincirinin amaçlarını ve bu amaçlara nasıl ulaşılacağını da tanımlamaktadır (Özceylan ve ark., 2020:25).

Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi (YTZY) temelde en az dört faktörün bir araya gelmesi ile meydana gelmektedir. İlki, çevre performansının artırılması için, birlikte hareket eden alıcı ile tedarikçileri arasındaki paylaşım ve iletişimidir. İkincisi, müşteriden üreticiye doğru tersine işleyen tedarik sürecidir. Bu sayede son kullanıcı, kullanılmış ürünü yeniden üretime kazandırabilmektedir. Üçüncüsü, alıcı tarafından tedarikçilerin denetim ve sertifikalandırılması ile elde edilen bilgilerin toplamıdır. Dördüncüsü ise alıcı ve tedarikçiler arasındaki çevre sistemleri ve yapılan yatırımlardır (Günday, 2018 tarafından; Klassen ve Johnson, 2004:232-233).

Yeşil tedarik zinciri yönetimi (GSCM) genel olarak tedarikçilerin çevresel performanslarına göre belirlenmesini ve yalnızca belirli çevresel düzenlemeleri veya standartları karşılayanlarla iş yapmayı içerdiği anlaşılır. Son on yılda artan çevresel endişeler göz önüne alındığında, endüstriyel gelişmeye eşlik eden çevre kirliliği sorunlarının tedarik zinciri yönetimi ile birlikte ele alınması ve böylece GSCM'ye katkıda bulunulması gerektiği konusunda bir fikir birliği ortaya çıkmaktadır (Hsu, 2009:255).

GSCM, ürün tasarımını, malzeme tedarikini ve seçimini, üretim süreçlerini, nihai ürünün tüketiciye teslimini ve ürünün kullanım ömrü sonu yönetimini kapsayan çevresel düşünce ve SCM'nin bir kombinasyonu olarak tanımlanmıştır. Genel olarak GSCM'nin, tedarikçileri çevresel performansa dayalı olarak taramayı ve yalnızca belirli çevresel düzenlemeleri veya standartları karşılayanlarla iş yapmayı içerdiği anlaşılmaktadır (Jiang ve ark., 2018:1).

Yeşil tedarik zinciri konsepti tüm tedarik zinciri boyunca uygulamanın oldukça zor olduğu görülmekte olup, başlıca sebepler aşağıdaki şekilde özetlenmiştir (Lu ve ark., 2007:4319):

1. Çoğu şirket, özellikle küçük ve orta ölçekli şirketler (KOBİ'ler), ekonomik riskleri yeterince belirleyemedikleri için çevre ilkesiyle ilgili stratejileri uygulamaktan çekinmektedir;

2. Pek çok KOBİ'deki üst düzey yöneticiler çevre sorunlarını daha yeni vurgulamaya başlıyor; ancak, çevresel kaygıları gidermek için insan kaynakları ve bütçeleri yetersizdir;

3. Geçmişte yapılan çalışmalarda, tedarikçi performansını ölçmek için genellikle eski veriler kullanılmakta olup, ne yazık ki, çevresel düzenlemelerin karşılanması gittikçe zorlaştığından, geçmiş tarihsel veriler mevcut gerçekliği tam olarak yansıtmamış olabilir;

4. En kritik olan neden ise her işletmenin; izlenmesi ve kontrol edilmesi gereken yüzlerce tedarikçisi olabilir. Tedarikçi değerlendirme ve seçim kararları rutin olsada, çok az şirket çevresel konuları bu karara dahil etmek için bir yaklaşım ve metodoloji geliştirmiştir.

1.2.1 Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimine Neden Olan Faktörler

YTZY'ne giderek artan ilginin kaynağı, sürdürülebilir kalkınma anlayışına verilen önemin artması ile yakından ilgili olmasıdır. Bununla birlikte, YTZY'ne neden olan faktörleri hukuksal sorumluluklar, müşteri beklentilerini karşılayabilme, karlılık ve maliyetleri azaltma için duyulan ekonomik endişeler olarak sıralamak mümkündür (Yangınlar ve Sarı, 2017:105).

Yeşil tedarik zincirine neden olan faktörler iç ve dış faktörler olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. İç faktörler kapsamında “mali raporlama”, “operasyonların yönetilmesi”, “iç düzenlemelere uyum”, “yönetim şekli”, “kurumsal kültür ve tarihçe” ile “çalışanlar” ele alınırken; dış faktörlerde ise “ekonomi” ve “hukuksal ve sosyal yükümlülüklerle birlikte paydaşların yönetimi” yer almaktadır (Bamford ve Forrester, 2003:553).

Birçok endüstri, artan küreselleşme ve şirketlerin ağları arasında rekabete kayan bir odaklanma yaşadı. Tedarik zinciri yönetimi (SCM), bu ortamdaki kuruluşlar için önemli bir rekabet yaklaşımı haline geldi. Çok uluslu şirketler, bu rekabet avantajını oluşturmak için ülkeye ve sektöre özgü özelliklerden yararlanan küresel tedarikçi ağları kurmuştur. Lojistik ve tedarik zinciri yöneticileri, iyi çevresel (ekolojik) performansı korurken; maliyetleri düşürme ve yenilik yapma çabalarını dengelemek zorundadır. Yeşil tedarik zinciri yönetimi (GSCM), bu rekabetçi

gereksinimleri dengelemek için bir yaklaşım olarak ortaya çıkmıştır (Zhu ve ark., 2008:1).

İşletmelerin hem finansal hem de operasyonel faydalar elde etmeleri durumunda Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi (GSCM) uygulamalarını icra etmeleri mümkün olabilecektir (Chiou ve ark., 2011:822).

Çoğu zaman, önemli ölçüde doğrudan ekonomik nedenler veya zorunlu politikalar nedeniyle, yeşil tedarik zinciri programlarının uygulanması göz ardı edilebilir. Bu nedenle, çevresel ve ekonomik faydaları etkileyen yeşil tedarikçi programlarının belirlenmesine yardımcı olan resmi modeller ile yöneticilerin bu programları kendi süreçlerine dahil etmeleri sağlanabilir (Bai ve Sarkis, 2010:1200).

1.2.2 Yeşil Tedarik Zinciri Yönetiminin Faydaları

YTZY faydaları arasında yenilikçi çevresel teknolojilerin daha hızlı edinilmesi yer almaktadır. Esas amaç tedarikçilerin de yeşil uygulamaları benimsemesi ve pazardaki rekabet güçlerini arttırmaktır. Bunun için yeşil tedarik zincirinde (GSC), tedarikçiler hem ürünleri hem de çevre dostu yönetim yöntemlerini göz önünde bulundurmalı ve çevre dostu ilkeleri tedarikçi yönetim mekanizmasına dahil etmelidir. (Tsai vd., 2015:136). Bunlarla birlikte Tedarik Zinciri Konseyi tarafından TZY'nin işletmelere sağladığı yararlarından bir kısmı aşağıdaki gibidir (Özdemir, 2004:93):

- ❖ Dağıtım ve teslimat performansının artırılması
- ❖ Stok seviyelerinin düşürülmesi
- ❖ Toplam işlem süresinin azaltılması
- ❖ Tahminlerin doğruluğu
- ❖ Tedarik zinciri sürecinde verimliliğin artırılması
- ❖ Tedarik zinciri sürecinde maliyetlerin düşürülmesi
- ❖ Kapasite kullanım oranının yükseltilmesi

Otomotiv sektörü açısından yapılan değerlendirme sonucunda ise aşağıda sıralanan faydalar tespit edilmiştir (Azapagic, 2004:640):

- ❖ Çalışanlara yönelik olarak, devamsızlıklarının azaltılması
- ❖ İşgücü ve sağlık maliyetlerinde azalma
- ❖ Temiz ve kaliteli üretim yapmayı sağlayan teknolojilerinin kullanılması ile süreçlerde inovasyon elde etme
- ❖ Maliyetlerde azalmanın sağlanması
- ❖ Hukuksal düzenlemelere uyumun sağlanması
- ❖ Satışlarda artışın elde edilmesi
- ❖ Finansman kaynaklarına kolay erişim

1.2.3 Yeşil Tedarik Zinciri Uygulamaları

Yeşil tedarik zinciri uygulamaları olarak, yeşil satın alma, yeşil tedarikçi seçimi, yeşil üretim, geri dönüşüm ve yeniden kullanım, tersine lojistik ve ekodizayn uygulamaları en önemli unsurlardandır. Yeşil tedarikten bahsedebilmek için bu unsurların etkin bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Bu bölümde bunlara sırasıyla yer vereceğiz.

1.2.3.1 Yeşil Satın Alma

Yeşil satın alma faaliyeti, maliyet ve ekonomik nedenlerden dolayı yeşil tedarik zinciri yönetimindeki en önemli faaliyetlerden biridir. (Zhu ve diğ., 2007:181) Yeşil satın alma, işletmenin performansını olumsuz yönde etkilemeden; çevre bilinci gözetilerek, geri kazanımlı, yeniden kullanılabilir ya da henüz geri dönüşümü yapılmamış malzemeleri satın alma faaliyetini kapsamaktadır (Min ve Galle, 2001:1222-1223). Satın alınacak üründe çevresel tasarım spesifikasyonlarının net olması gerekmektedir. Bu spesifikasyonlar, her coğrafyada farklı içeriklere sahip olabilmektedir (Lo ve Leung, 2000:687-700).

1.2.3.2 Yeşil Tedarikçi Seçimi

Son on yılda artan çevresel kaygılar göz önüne alındığında, sınai kalkınmaya eşlik eden çevre kirliliği sorunlarının tedarik zinciri yönetimi ile birlikte ele alınması gerektiği ve böylece yeşil tedarik zinciri yönetim sistemine (GSCM) katkıda bulunacağı konusunda bir fikir birliği ortaya çıkmaktadır (Kuo ve ark. tarafından

2015:1661-1662; Sheu ve ark, 2005:287-288). GSCM'nin, tedarikçilerin çevresel performansa dayalı tarama yapması ve ardından yalnızca belirli çevresel düzenlemeleri veya standartları karşılayanlarla iş yapması gerektiği genel olarak anlaşılmaktadır (Kuo ve ark. tarafından 2015:1662; Rao 2002:632). GSCM'de tedarikçi seçimi açıkça satın alma yönetiminde kritik bir faaliyettir (Kuo ve ark. tarafından 2015:1662); giderek artan sayıda yazar, bunlar çevresel açıdan incelendiğinde tedarikçi seçimiyle ilgili konuları ele almıştır (Kuo ve ark. tarafından 2015:1662; Genovese ve ark. 2013:2876).

Yeşil tedarikçi seçimi, yeşil tedarik zincirinde stratejik iş birliği ilişkisinin temelidir. Yeşil tedarikçilerin mükemmel veya zayıf performansa sahip olup olmadığı, çevrenin korunmasını, maliyetini, kalitesini ve çekirdek işletmeler için ürünlerin teslimatını doğrudan etkilemekte olup; yeşil tedarik zincirinin toplam performansına büyük ölçüde katkı sağlamaktadır. Tedarikçi seçiminin önemi, “envanter yönetimi, üretim planlama ve kontrol, nakit akışı gereksinimleri ve ürün kalitesi gibi faaliyetleri eşzamanlı olarak etkileyerek kaynakların en uygun şekilde elde edilmesi” gerçeğinden kaynaklanmaktadır (Yang ve Wu, 2008:1).

1.2.3.3 Yeşil Üretim

Yeşil üretim, yeşil ürün üretmek ve yeşil tüketim ihtiyaçlarını karşılamak için çevreyi koruma prensiplerine bağlı üretim süreçlerinden oluşan bir bütündür (Tsai vd., 2015:135). Ayrıca yeşil uygulamaların üründe yapılabileceği gibi süreçlerdeki iyileştirmelerle sağlanabileceğini de ifade etmede yarar bulunmaktadır. Süreçlerin çevresel boyutlarının iyi anlaşılması, yüksek teknik beceriler, ayrıntılı politikalar ve prosedürler; çevresel etkilerin ürün odaklı değerlendirilmesini kolaylaştırabilir. Bunların tümü, sürekli yeniliğe odaklanarak ve zaman içinde atık azaltma elde ederek, ürünün malzeme kullanımını, maliyetini, ürünün teslim şeklini ve çevresel etkisini azaltmanın yollarını belirlemeye yardımcı olabilmektedir (Bowen vd.,2001:186).

Üretim faaliyetlerinde önemli olan, çevreye verilen zarar ve olumsuzlukların minimum düzeye indirilmesidir. Bu nedenle, yeşil üretimde çevresel etkileri en aza indiren malzemelerin kullanımı sağlanmalıdır. Böylelikle daha az atık malzeme çıkması sağlanarak, kirliliğin de önüne geçilmiş olacaktır. Yeşil üretim sayesinde,

daha uygun hammadde maliyetlerine, üretim verimliliğinin artmasının sağlanmasına, azaltılmış çevre ve iş güvenliği masraflarına ve gelişmiş kurumsal işletme imajına ulaşmak mümkün olabilecektir (Ninlawan vd., 2010:2).

1.2.3.4 Geri Dönüşüm ve Yeniden Kullanım

GSCM (Yeşil Tedarik Zinciri) uygulamasında, satın alma, GSCM uygulamasının yönlendirilmesi ve kolaylaştırılması için gerekli olan azaltma, geri dönüşüm, yeniden kullanım ve malzeme değiştirme faaliyetlerinde yer alan önemli konulardandır. Yeşil satın alma uygulamasının ve satın alma öğeleri için çevresel gerekliliklerin kurulmasının, ürün çevre kalitesini sağlamak için en kısa yol olabileceği gözükmemektedir (Allen H. Hu, Chia-Wei Hsu, 2006:856).

Geri dönüşüm, yeniden kullanım ve yeniden üretim arasındaki temel fark, yapılan iyileştirmenin derecesiyle ilgilidir. En az iyileştirme çalışması yeniden kullanım için yapılırken, en fazla iyileştirme faaliyeti gereken çalışma, geri dönüşüm çalışmasıdır. Amaç geri dönüşümü tekrar şekillendirmekse, organizasyonlar malzemenin geri dönüşüm kapasitesini dikkate almalıdırlar (Sarkis, 1998:161). Yeniden üretim yapmanın, geri kazanım ve yeniden kullanıma kıyasla en belirgin avantajı, bu sürecin kullanılan malzemelerin değerlerinde bir azalmaya neden olmamasıdır (Büyükoçkan ve Vardaroğlu, 2008:9).

1.2.3.5 Tersine Lojistik

Ters tedarik zinciri yönetimi, bir müşteriden bir ürünü geri almak ve onu elden çıkarmak veya değerini geri kazanmak için gereken bir dizi faaliyetin etkili ve verimli yönetimi olarak tanımlanır. Malzeme akışının çoğunlukla üreticiden dağıtıcıya ve son tüketiciye doğru olması, TZY araştırmalarının odak noktasını ileri lojistiğe vermelerini sağlamıştır (Prahinski ve Kocabasoglu, 2006:519). Ancak, tersine lojistik işletmelere sürdürülebilir rekabet avantajı sağladığı gibi kar marjını arttırabilmekte, işletmeler varlıklarını koruyabilmekte ve müşteri memnuniyetini sağlayabilmektedir (Li ve Olorunniwo, 2008:381). Tersine lojistik, ürün ve bilgi akışının son tüketiciye, tedarikçinin tedarikçisine doğru değer kazandırmak veya çevreye zarar vermeden yok edilmesini sağlayarak, iş ve süreçlerin planlanması, yürütülmesi, kontrol ve koordine edilmesidir (Nakıboğlu, 2007:181).

1.2.3.6 Eko-Dizayn

Çevreye Duyarlı Tasarım veya Eko tasarım, kısaca, ürünün çevre üzerindeki etkisini en aza indirmek için yapılan ürün geliştirme sürecinde kullanılan faaliyetleri ifade eder. Bu kavram, malzeme, imalat, kullanım ve nihai elden çıkarma işlemlerini kapsar. Diğer önemli ürün kriterlerini göz önünde bulundurarak (tasarım ve maliyet gibi) eko tasarım gerçekleştirilir. Eko tasarım, çevre yönlerini, ürün tedarik zincirine uygun bir şekilde ürünün tasarımıyla bütünleştiren en iyi tedarik zinciri girişimlerinden biri olarak kabul edilir (Hassan ve ark. 2016:431).

1.2.4 İşletmelerde Performans Ölçümü ve Yönetimi

İşletme performansı, işletmenin amacını gerçekleştirme derecesini belirlemek için kullanılan temel bir göstergedir. Ancak bu kavram sadece niceliğe ilişkin ya da finansal oranlarla ortaya konulan değerler değil, niteliğe ilişkin değerleri de içerir. Bu da işletme performansını değerlendirmede objektif kriterlerin yanında subjektif kriterlerin de kullanılması gerektiğini gösterir (Bakoğlu, 2001:39). İşletme performansının artırılması için önemli bileşenlerden birisi ölçülmesidir (Sharma vd., 2005:184).

İster bölgesel ister küresel pazarda faaliyet gösterebilir, birden fazla satıcı, üretici, distribütör ve perakendeci olan tedarik zincirlerinde, performans sonuçlarının zincirdeki belirli bir varlıkla ilişkilendirmek zordur; çünkü performans ölçümü zordur. Özellikle organizasyonlar içinde performansın ölçülmesinde zorluklar vardır ve organizasyonlar arası çevresel performans ölçümünde daha da fazla zorluk ortaya çıkar. Kuruluşlar arasında performansı ölçmek için sistem eksikliğinin nedenleri, standartlaştırılmamış veriler, zayıf teknolojik entegrasyon, coğrafi ve kültürel farklılıklar, örgütsel politikadaki farklılıklar, üzerinde mutabık kalınan ölçütlerin eksikliği veya kuruluşlar arası ihtiyaç konusunda yetersiz anlayış dahil olmak üzere çok boyutludur (Hervani, 2005:330).

Performans ölçümünün işletmenin hedeflerine ulaşabilmek ve hissedarlara değer yaratabilmek için işletme birimlerinin faaliyetlerinin ve işletme stratejisi ile uyumlu olması gerekmektedir (Maisel 2001:12).

1.2.4.1 Yeşil Tedarik Zincirinde Performans Yönetimi

Tedarik zincirlerinde performans ölçümü, özellikle bir tedarik zincirindeki çok sayıda kademeye bakıldığında çeşitli nedenlerden dolayı zordur (hukuksal düzenleme, pazarlama ve rekabet edebilirlik nedenleri vb) ve yeşil tedarik zinciri yönetimi performans ölçümü hemen hemen hiç yoktur. Bu engellerin üstesinden gelmek çok önemlidir, ancak kuruluşların uzun vadeli sürdürülebilirliği (çevresel veya başka türlü) ve rekabet gücü GSCM performans ölçümünün başarılı bir şekilde benimsenmesine bağlı olabilmektedir (Hervani, 2005:331).

İşletmeler önemli bir güdü olarak, ilerlemeyi görmek, başarı veya başarısızlığı tespit etmek, performansı raporlamak ve değerlendirmek, bildiklerini teyit etmek, bilmediklerini ortaya çıkarmak, iş süreçlerini anlamak, operasyonel personeli desteklemek, darboğazları ve sürmekte olan direnci tespit etmek, yeni hedefler oluşturmak, gelecekteki eylem planlarını ve önceliklere yönelik eylemleri belirlemek, ilerlemeyi ölçmek ve potansiyel tedarikçilerin çevresel durumunu değerlendirmek için performans ölçüm sistemine gereksinim duymaktadır (Bulsara, 2016:481-482).

1.2.4.2 Yeşil Tedarik Zinciri Yönetiminde Performans Ölçüm Yöntemleri

Yeşil tedarik zinciri performansını destekleyebilecek etkili bir performans ölçüm sistemi geliştirirken dikkate alınması gereken dört temel gereksinim vardır (Mutingi, 2014-11):

Stratejik odak: Performans yönetim sisteminin uzun vadeli etkileri hesaba katma yeteneği;

Ölçülebilirlik: Yeşil verimliliğin değerlendirilmesini sağlamak için ölçüm kolaylığı;

Tamlık: Performans yönetim sisteminin ilgili tüm performans göstergelerini hesaba katma yeteneği;

Zamanlılık: Performansla ilgili verileri toplamak ve analiz etmek için harcanan zaman miktarı.

Literatürde, yeşil tedarik zincirlerinin performansını ölçmek için çok çeşitli metrikler önerilmiştir. Bu metrikler yeşil bir tedarik zincirinin, hammaddelerin çıkarılmasından başlayan süreçte; çevreye olan olumsuz etkiler (hava, su ve toprak kirliliği), kaynak israfı (enerji, malzeme, ürünler) ürünlerin nihai kullanımı ve teslimi, ISO 14031 (Çevre Yönetimi ve Çevre Performans Değerlendirilmesi), hava emisyonları, yeşil yetkinlikler, çevre verimliliği, tedarikçinin yeşil imajı, net yaşam döngüsü maliyeti olarak sıralanmaktadır (Mishra ve ark., 2017:4-5).

Yeşil tedarik zinciri yönetimi için sürdürülebilirlik performans ölçümleri Ekonomik, Çevre ve Sosyal olmak üzere üç temel başlıkta incelenmektedir. Ekonomik performans: çevre maliyeti, geleneksel tedarik zinciri maliyeti, kalite, esneklik, sorumluluk parametreleri ile ölçülmektedir. Çevresel performans: süreç yönetiminin gücü, ürün özellikleri, geri dönüşüm verimliliği ve çevresel teknoloji parametreleri ile ölçülmektedir. Sosyal performans: yönetim taahhüdü, müşteri memnuniyeti ve çalışan gelişimi parametreleri ile ölçülmektedir (Kafa, 2013:75).

Tedarikçi seçimi ve performans değerlendirilmesinde kullanılan tekniklerden bazıları şunlardır: “kategorik metod”, “ağırlıklı nokta metodu”, “matris yaklaşımı”, “tedarikçi performans matrisi yaklaşımı”, “analitik hiyerarşi prosesi (AHP)” ve “çok amaçlı programlama”dır. Bu tekniklerin dışında farklı yaklaşımlar da kullanılmaktadır (Chan and Kumar, 2007:419).

Performans ölçümündeki yaklaşımlar ve teknikler Tablo 2.’de gösterilmektedir:

Tablo 2. Performans Ölçüm ve Yaklaşım Yöntemleri

Yaklaşımlar	Teknikler
Hiyerarşik Temelli Yaklaşım SCOR Kart Yaklaşımı	DEA Yöntemi AHP Yöntemi
BSC Denge Puan Kartı Yaklaşımı Proses Temelli Yaklaşım	Simülasyon

Kaynak: Jagan, M.R.K., Neelakanteswara, R.A., Krishnanand, L. (2019). A review on supply chain performance measurement systems. *Procedia Manufacturing*, 30, 42.

İKİNCİ BÖLÜM

TEDARİKÇİ SEÇİM KRİTERLERİ VE ÇOK KRİTERLİ KARAR VERME MODELLERİ

Tedarikçi seçimi, yeşil tedarik zinciri uygulamasının en önemli unsurlardan bir tanesidir. Tedarikçi seçimi yapılırken hangi kriterlere dikkat edildiği, hangi tedarikçi seçim metodlarının kullanıldığı bu bölümde anlatılmaktadır. Literatür taraması sonucu elde edilen 14 kriter ve 15 tedarikçi seçim metodu bu bölümde sırasıyla anlatılacaktır.

2.1 Tedarikçi Seçim Kriterleri

Literatürde 1966 yılından günümüze 200'ün üzerinde makale incelenmiş olup, bu makalelerden elde edilen 14 ana kriterin hangisinin satın alma eyleminde, tedarikçi seçiminde ne derecede etkili olduğunu, çevre faktörünün bunlar arasındaki payı ve tüm kriterlerin tedarikçi seçimindeki rolü için aşağıda sırasıyla anket yapılan kişilere uygulama çalışmasında sorulacaktır.

Tedarikçi seçiminde sırasıyla tespit edilen 14 ana kriter sırasıyla, “Arge”, “Tedarikçinin Ekonomik Durumu”, “Ürünün Fiyatı”, “Güven”, “İş Yapısı”, “Kalite”, “Lojistik”, “Mühendislik ve Teknik Kabiliyeti”, “Satın Alma Koşulları”, “Servis ve Hizmet”, “Teslimat”, “Üretim (İş gücü, Sistem, Kapasite, Esneklik)”, “Yönetim Sistemi ve Taahhüdü” ve “Çevre” kriterleridir.

Literatür taraması yapılırken ulusal ve uluslararası yayın yapan hakemli dergiler ve kitaplardan faydalanılmıştır. Bu kaynaklara ise kütüphane ve internet veri tabanlarından, “Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi”, “Tedarikçi Seçimi”, “Tedarikçi Performansı”, “Çok Kriterli Karar Verme Modeli” anahtar kelimeleri ile taramalar yaparak ulaşılmıştır (Tablo 3).

Tablo 3. Literatür Taramasında Elde Edilen Tedarikçi Seçim Kriterleri

Sıra No	Çalışmanın Adı	Yılı	Arge	Çevre	Ekonomik Durumu	Fiyat	Güven	İş Yapısı	Kalite	Lojistik	Mühendislik ve Teknik Kabiliyeti	Satınalma Koşulları	Servis ve Hizmet	Teslimat	Üretim (İş gücü, Sistem, Kapasite, Esneklik)	Yönetim Sistemi ve Taahhüdü
1	Satıcı Seçim Sistemleri ve Kararlarının Analizi	1966			x	x	x	x	x				x	x	x	x
2	Stratejik Satın Alma Planlaması	1977								x						
3	Tedarikçi Bilgilerinin Algılanan Önemi	1981													x	
4	Stratejik Satın Alma Planlaması	1983									x					
5	Tedarikçi Seçim Stratejileri	1987			x											
6	Kalite ve Verimlilik Merkezi Olarak JIT (Tam Zamanında) Satın Alma	1988		x												
7	Kaliteyi Sağlamada Satın Almanın Rolü	1988							x							
8	Büyük Projelerin Satın Alma Yönetimi İçin Karar Destek Sistemi	1988			x											
9	Perakende Satıcıları Arasında Tedarikçi Seçimi	1989				x	x		x				x	x		
10	Tedarikçi Performansının Yönetilmesi	1989														x
11	Satıcı Performansı ve Alternatif Üretim Çevresi	1990				x									x	
12	Satın Alma ve Nakliyet Maliyetleri İçin Ekonomik Sipariş Miktarı Modeli	1990										x				
13	Tedarikçi Seçim Kriterleri ve Metodları	1991				x										
14	Satın Alma Davranışına Etki Eden Tedarikçi Performans Kriterleri	2005													x	
15	Tedarik Zincirinde Satıcıyı Değerlendirmek ve Seçmek İçin Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci	2006			x	x		x	x	x	x		x	x	x	
16	Yeşil Tedarikçi Değerlendirmesi ve Seçimi İçin Çok Kriterli Karar Verme Yaklaşımları	2013	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x
17	Tedarik Zincirinde Tedarikçi Seçimi ve Performans Ölçümü	2014	x		x		x		x	x		x	x	x	x	
18	Yeşil Tedarikçi Seçim Modeli Geliştirme	2015		x												x
19	Gıda Sektöründe Yeşil Tedarikçi Seçim Modeli Geliştirme	2015		x												

Kannan (2013) ve Grisi (2010) 'de yapılan çalışmalarda görüldüğü üzere tedarikçi seçimini etkileyen tüm ortak alt kriterler bir ana kriter altında toplanmıştır. Yapılan bu çalışmalar referans alınarak; literatürde “Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi”, “Tedarikçi Seçimi”, “Tedarikçi Performansı”, “Çok Kriterli Karar Verme Modeli” anahtar kelimeleri ile yapılan aramalar sonucu toplam 643 adet alt tedarikçi seçim kriteri elde edilmiştir. Bu alt kriterlerden çok yakın olanlar birleştirilerek 213 adet alt kritere dönüştürülmüştür. Gıda sektöründe çalışan uzmanlarla yapılan görüşmeler ve uzmanların değerlendirmeleri sonucu 213 alt kriter, 14 ana kriter altında toplanmış olup; bu 14 ana kriterin, tedarikçi seçimine ne derece etkili olduğu analiz edilecektir.

Aşağıdaki bölümlerde sırasıyla hangi kriterlerin hangi alt kriterlerden meydana geldiği verilmiştir.

2.1.1 “Arge” Kriteri

Tedarikçi seçiminde "Arge (Araştırma-Geliştirme) Yeteneği", "Ar-Ge Yönetimi" (Kannan, G. ve ark., 2013), "Dizayn Değişikliklerine/Taleplerine Olan Esnekliği" (Jinturkar ve ark., 2014) alt kriterleri, “Arge” ana kriteri altında toplanmıştır.

2.1.2 “Tedarikçinin Ekonomik Durumu” Kriteri

Tedarikçi seçiminde "Tedarikçinin Büyük Projelerde Yer Alması" (Ronen, B. ve Trietsch, D., 1988), "Tedarikçinin Finansal İstikrarı" (Haq, A.N. ve Kannan, G., 2006), "Tedarikçinin Finansal Performansı", "Tedarikçinin Karlılığı" (Kannan, G. ve ark., 2013), “Tedarikçinin Finansal Pozisyonu” (Dickson, G.W., 1966) ve “Tedarikçinin Finansal Kaynakları” (Jinturkar ve ark., 2014) alt kriterleri, “Tedarikçinin Ekonomik Durumu” ana kriteri altında toplanmıştır.

2.1.3 “Ürünün Fiyatı” Kriteri

Tedarikçi seçiminde "İndirim Miktarı", “Fiyat Sapması veya Farklılıkları”, "Ödeme Koşulları" (Haq, A.N. ve Kannan, G., 2006), "Maliyet", "Fiyat" (Kannan, G. ve ark., 2009) ve “Net Fiyat (İndirim ve navlun dahil satıcı tarafından sunulan ücretler)” (Weber, C.A. 1991) alt kriterleri, “Ürünün Fiyatı” ana kriteri altında toplanmıştır.

2.1.4 “Güven” Kriteri

Tedarikçi seçiminde "Tedarikçi İşletmenin Sektördeki Ünü ve Pozisyonunun İyi Olması", "Tedarikçinin Yapılan Anlaşmaya Sadık Olması" (Dickson, G.W., 1966), "Devlet Mevzuatına Uyumluluk", “Şirket Güvenirliliği” (Kannan, G. ve ark., 2013) ve "Satıcının İmajı" (Jinturkar ve ark., 2014) alt kriterleri, “Güven” ana kriteri altında toplanmıştır.

2.1.5 “İş Yapısı” Kriteri

Tedarikçi seçiminde "İş Süreçleri ve Kayıtları" ("Hızlı aksiyon ve doğru dökümantasyon") (Dickson, G.W., 1966), "Pazar Bilgisi", "İş Öyküsü" ve "Bilgi Sistemleri" (Haq, A.N. ve Kannan, G., 2006) alt kriterleri, “İş Yapısı” ana kriteri altında toplanmıştır.

2.1.6 “Kalite” Kriteri

Tedarikçi seçiminde "Tedarikçinin Ürün Ambalajlama Kalitesi" (Dickson, G.W., 1966), "İade Oranları", “Kalite Sistemleri”, “Muayene Yöntemleri ve Planları” (Haq, A.N. ve Kannan, G., 2006), "Ürün Kalitesi", "Ürün Özellikleri" ve “Materyal Kalitesi” (Kannan, G. ve ark., 2013) alt kriterleri, “Kalite” ana kriteri altında toplanmıştır.

2.1.7 “Lojistik” Kriteri

Tedarikçi seçiminde "Nakliye Maliyetleri", (Haq, A.N. ve Kannan, G., 2006), "Teslimatın Kalitesi", "Ulaşım Zamanı" (Kannan, G. ve ark., 2013) ve "Depolama Kaynakları" (Jinturkar ve ark., 2014) alt kriterleri, “Lojistik” ana kriteri altında toplanmıştır.

2.1.8 “Mühendislik ve Teknik Kabiliyeti” Kriteri

Tedarikçi seçiminde "Teknoloji" (Kannan, G. ve ark., 2013), "Benzer (Muadil) Ürün Deneyimi", "Mühendislik / Teknik Destek Kaynakları", "Teknik Bilgi (Bir problemin neden kaynaklandığını anlama)" ve “Teknoloji Anlama (Teknolojiye Yatkinlık)” (Haq, A.N. ve Kannan, G., 2006) alt kriterleri, “Mühendislik ve Teknik Kabiliyeti” ana kriteri altında toplanmıştır.

2.1.9 “Satın Alma Koşulları” Kriteri

Tedarikçi seçiminde "EOQ (Ekonomik Sipariş Miktarı)", "Endüstriyel Satın Alma" (Hacimli sanayi üretimi) (Hwang, H. ve ark., 1990), "Satın Alma Yönetimi" (Kannan, G. ve ark., 2013), "Fatura Esnekliği" (Jinturkar ve ark., 2014), “Satın Alma Performansı” ve “Stratejik Satın Alma Seviyesi” (Kannan, G. ve ark., 2013) (Large ve Thomsen, 2011) alt kriterleri, “Satın Alma Koşulları” ana kriteri altında toplanmıştır.

2.1.10 “Servis ve Hizmet” Kriteri

Tedarikçi seçiminde "Tedarikçinin Ürünle İlgili Eğitim Destekleri", “Tedarikçinin Bakım Desteği”, “Tedarikçinin Davranışı” (Dickson, G.W., 1966), "Servis Seviyesi" (Wagner, J. ve ark. 1989), "Satış Sonrası Servis", “Servis Vermede Esneklik”, “Müşteri Hizmetine Bağlılık” (Haq, A.N. ve Kannan, G., 2006) ve "Satış Elemanı Profesyonelliği" (Jinturkar ve ark., 2014) alt kriterleri, “Servis ve Hizmet” ana kriteri altında toplanmıştır.

2.1.11 “Teslimat” Kriteri

Tedarikçi seçiminde "Tedarikçi Lokasyonu Uygunluğu" (Dickson, G.W., 1966), "Ürün Teslim Süresi" (Jinturkar ve ark., 2014), "Dağıtım Kapasitesi", "Zamanında Teslimat", “Teslimat Taahhütlerini Yerine Getirmek” ve “Ulaşım Seçenekleri” (Haq, A.N. ve Kannan, G., 2006) alt kriterleri, “Teslimat” ana kriteri altında toplanmıştır.

2.1.12 “Üretim (İş gücü, Sistem, Kapasite, Esneklik)” Kriteri

Tedarikçi seçiminde "Tedarikçinin Üretim Yetenekleri ve Kapasitesi" (Dickson, G.W., 1966), "Tedarik Zinciri Yönetimi" (Tedariki sağlayan tüm birimlerin yönetimi) (Kannan, G. ve ark., 2013), "Makinelerinin Durumu (çalışma şartları)" (Jinturkar ve ark., 2014), “Esnek Üretim Kabiliyeti” (Kaynak, R. ve Aytakin, M. 2005),(Kannan, G., ve ark.2013),(Chen, 2010), “Operasyon Yönetimi”, “Operasyonel Kapasite” (Kannan, G., ve ark.2013), (Hong,J. ve Bin 2010), (Yan, 2009) ve “Verimlilik” (Kannan, G., ve ark.2013), (Yeh ve ark. 2011) alt kriterleri “Üretim (İş gücü, Sistem, Kapasite, Esneklik)” ana kriteri altında toplanmıştır.

2.1.13 “Yönetim Sistemi ve Taahhüdü” Kriteri

Tedarikçi seçiminde "Tedarikçi İşletme Yönetim ve Organizasyonu" (Dickson, G.W., 1966), "Tedarikçinin Sahip Olduğu Belgeler ve Kayıtlar (ISO; Denetim vs)", "Yönetimin Sorumluluğu" (Kuo ve ark., 2015), "Tedarikçi Yönetiminin Taahhüdü" (Yönetimin Vaadleri), "Yönetim ve Organizasyon Uygulamaları", "Yönetim Yetkinlikleri", "Yönetim Sistemi" ve "Kurum Kültürü ve Stratejisi" (Kannan, G. ve ark., 2013) alt kriterleri "Yönetim Sistemi ve Taahhüdü" ana kriteri altında toplanmıştır.

2.1.14 “Çevre” Kriteri

Tedarikçi seçiminde “Suya salınan geleneksel kirleticiler”, “Günlük Çevreye Salınan Zehirli Hava Miktarı”, “Tehlikeli / Tehlikesiz Atık Miktarı”, “Küresel Isınma Gazları”, “Ozon Tabakasını İncelten Kimyasallar”, “Kaynak Tüketimi (malzeme, enerji, su)”, “Yenilenemeyen Kaynak Tüketimi (fosil yakıtlı mineraller vb.)”, “Geri Dönüştürülmüş İçerik” (Huang, S.H., Keskar, H., 2007), “Çevre İzinleri ve Raporlama”, “Kirliliğin Önlenmesi ve Kaynakların Azaltılması”, “Ürün İçeriği Kısıtlamaları”, (Kuo, T.C. 2015). "Satın Alınan Ürünlerin Geri Dönüştürülebilir Olması" "Çevre Dostu Malzeme Kullanımı", "Çevre Dostu Teknolojiyi Kullanma", “Çevre Politikalarına Bağlılık”, “Alternatif Yeşil Tedarik Zinciri Sistemleri, Projeleri, Uygulamaları vb.”, “Karbon Ayakizi”, “Çevresel Verimlilik”, “Çevre İçin Tasarım”, “Çevre Yönetim Sistemi”, “Çevre Koruma”, “Çevresel Kimlik Doğrulama”, “Çevresel Taahhüt”, “Çevresel Yeterlilikler”, “Çevre Performansı”, “Tedarikçinin Çevresindeki, Çevreye Duyarlı İşletmeler”, “Çevresel İyileştirme Maliyetleri”, “Yeşil Ürün Performansı”, “Tedarikçilerle Yeşil İşbirliği”, “Yeşil Bilgi Transferi”, “Yeşil Lojistik Boyutu”, “Yeşil Yönetim Sistemi”, “Yönetimin Yeşil İnovasyonu”, “Yeşil Pazar Payı”, “Yeşil Proje Ortaklığı”, “Yeşil Arge Projeleri”, “Yeşil Üretim Planı”, “Dış Çevre Yönetimi”, “Atık Yönetimi” (Kannan, G. ve ark., 2013), "Çevresel Yönetim Sistemi (ISO14000)" ve "Yeşil İmaj" (Çevreci İmajı) (Banaeian, N. ve ark., 2015) alt kriterleri “Çevre” ana kriteri altında toplanmıştır.

2.1.14.1 “Çevre” Kriterinin Gelişimi

1945’li yıllardan sonra gelişen endüstri, ekonomik büyümenin sağlanması, işsizlik ve enflasyon ile başa çıkma gibi, klasik iktisadi düşünce ile hareket etmiştir. Sanayi devrimi sonucu, 1970’li yıllara kadar dünyadaki nüfusun hızla artmasına paralel olarak üretim artışı ile birlikte ortaya çıkan çevresel sorunlar, sistematik ve kalıcı bir yaklaşım geliştirilmeden çözüm yoluna gidilmiştir. (Yalçın, A.Z., 2016:751) 1990’lı yıllar ise çevrenin 10 yılı olarak tanımlanmış olup, sosyal ve çevresel faktörler ürünleri ve satıcıları seçmede ve değerlendirmede daha çok ön plana çıkartmıştır. Yine bu dönemde yeşil ürünlerin satışlarında artış gözlenmiştir. Rekabeti sağlamada çevre kriteri üzerinde durulmaya başlanmıştır (Menon, A. ve ark., 1999:1-2).

Ülkemizde 2000’li yılların başlarından itibaren yeşil kriterlerle ilgili olarak çevre bilinci artmasına rağmen, çevre ürünlerinin ve dolayısıyla çevre kriterlerinin, satın alma davranışına etki edecek kadar etkin olmadığı söylenebilir. Literatür incelendiğinde, çevre ile ilgili kaygıların satın alma davranışına yansımaması durumu “beklenmedik” olarak tanımlanmıştır. Bunun ise temelde 2 nedeni vardır: Tüketiciler, yeşil ürün performansını eksik görmektedir ve çevre ile ilgili üretildiği öne sürülen ürünlere şüphe ile bakmaktadır. Bu nedenle çevre kriterine verilen önem ile satın alma davranışı arasında farklılıklar ortaya çıkmaktadır (Çabuk, S. ve ark., 2008:87-88).

Çevre kriterine verilen önem, tüketicilerin içinde buldukları ortama, demografik özelliklere, ekonomik duruma ve kuşak farkına göre değişkenlik göstermektedir. Çevre kriterinin satın alma davranışına yansımaları ile ilgili yapılan çalışmalarda; olumlu etki eden bazı çalışmalar şunlardır: Michaud’un 2011’de organik ürünlerle ilgili yaptığı çalışma ve Yıldırım’ın 2015’de üniversite öğrencileri arasında yaptığı çalışmalarda; “çevre bilincinin artması ile satın alma davranışının da olumlu etkilenmesi” ve “gelir düzeyinin artması ile yeşil satın almaya verilen önemin de artması” örnek olarak gösterilebilir. Çevre kriterinin, satın alma davranışına yansımaması ile ilgili olarak bazı tespitler şunlardır: Shaper’in 2002’de ilaç perakendecileri üzerinde yaptığı çalışma, Bramiah’ın 2011’de yaptığı çalışma ve Samarasinghe’nin 2013’de yaptığı çalışmalarda; “çevre kriterine verilen önemin

düşük ve fiyatın yüksek seviyede olduğu” ve “çevre bilincinin satın alma davranışına etki etmediği” gözlenmiştir (Kayapınar, P.Y. ve ark., 2019:6-11).

2.2 Tedarikçi Seçim Kriterlerinin Belirlenmesinde Kullanılan Çok Kriterli Karar Verme (MCDM) Teknikleri

Tüm yönetim düzeyindeki görev alan işletme yöneticileri, işletmenin dış çevresindeki fırsat ve tehlikeler ile işletme içindeki değişen koşulları ayrı ayrı değerlendirerek, farklı özellikleri olan farklı çözüm yolları arasından en uygun seçenek için karar verme işlemini göz önünde bulundurmaları gerekir. Tedarikçi seçiminde karar verme için, ister yöneticinin deneyim ve sezgilerine dayansın, isterse bilimsel bir araştırma yönteminin kullanılmasıyla alınsın, öncelikle o sorunla ilgili olan önemli bilgilerin bir araya getirilmesi gerekir (Taşkın, 2013:169).

İşletmelerin yaşamını sağlıklı olarak sürdürebilmesi için karar vermek zorunda olan yöneticiler; karar alırken birden fazla kriteri dikkate alarak hareket etmek zorundadır. Örnekle açıklanacak olursa; fiyat odaklı bir karar verirken sadece maliyet kriteri yerine, günümüz dünyasında uzun dönemli ve kalıcı ilişkiler de dikkate alınarak; sürdürülebilirlik, çevre duyarlılığı gibi parametreleri de göz önünde bulunduran, birden fazla değişkenin birlikte dikkate alındığı bir karar verme süreci yürütülür (Turan, 2018:15).

Karar verme problemlerinde; zaman boyutu dikkate alındığında, kısa dönemli olan, günlük operasyonel kararlar; orta dönemli olan, yönetim biçimini etkileyen kararlar ve uzun dönemli olan, stratejik kararlar olmak üzere 3 temel karar verme tekniğinden bahsedebiliriz. Çok kriterli karar verme teknikleri ise “yönetim”, “ekonomi”, “sosyal bilimler”, “enformatik”, “psikoloji” ve “matematik” gibi birden çok disiplinin bir araya gelip, karar vericiye birden fazla boyutla karar verme problemini değerlendirme ve karar alma olanağı sağlayan yöntemlerin birlikte kullanıldığı yapıdan oluşmaktadır. Ayrıca çok kriterli karar verme problemleri, iki veya daha fazla kriterin optimize edildiği mevcut çözüm setleri içerisinde en iyi alternatifin seçildiği problemler olarak tanımlanabilir (Ishizaka, A., Nemery, P., 2013).

Roy (1981) 'de bahsedildiği üzere "Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri", 4 temel karar verme yöntemi üzerine inşaa edilmiştir. Bunları sırasıyla aşağıda açıklayacağız (Alessio, I., 2013):

1.Seçim Problemleri: Burada amaç, tek en iyi seçeneği seçmek veya seçenekler grubunu eşdeğer veya kıyaslanamaz "iyi" seçeneklerin bir alt kümesine indirgemektir. Belirli bir proje için doğru yöneticinin seçilmesi bu problem çözümüne örnek gösterilebilir.

2.Sınıflama Problemleri: Seçenekler, kategoriler adı verilen sıralı ve önceden tanımlanmış gruplara ayrılır. Amaç daha sonra benzer davranışlara veya özelliklere sahip seçenekleri tanımlamak, organizasyonel veya öngörü yapabilmek için seçenekleri yeniden gruplandırmaktır. Örneğin, çalışanlar, "daha iyi performans gösteren çalışanlar", "ortalama performans gösteren çalışanlar" ve "zayıf performans gösteren çalışanlar" gibi farklı kategorilere göre sınıflandırılmak üzere değerlendirilebilir. Bu sınıflandırmalara göre gerekli önlemler alınabilir. Sınıflama yöntemleri, tekrarlayan veya otomatik kullanım için yararlıdır. Yine bu yöntem; sonraki adımda dikkate alınacak seçeneklerin sayısını azaltmak için bir başlangıç taraması olarak da kullanılabilir.

3.Sıralama Problemleri: Seçenekler, puanlar veya ikili karşılaştırmalar vb. yoluyla en iyiden en kötüye doğru sıralanır. Buna örnek olarak, üniversitelerin öğretim kalitesi, araştırma uzmanlığı ve kariyer fırsatları gibi çeşitli kriterlere göre sıralanması gösterilebilir.

4.Tanımlama Problemleri: Bu yöntemde amaç, seçenekleri ve sonuçlarını açıklamaktır. Bu genellikle karar probleminin özelliklerini anlamak için ilk adımda yapılır.

Tedarikçi değerlendirmeleri ile ilgili olarak; literatürde yaygın olarak kullanılan metodolojileri çeşitli alt gruplara ayırmıştır: DEA, Matematiksel Programlama Uygulamaları, MCDM Teknikleri, Yapay Zeka Uygulamaları (Işık, ve Oztaysi, 2014:63).

MCDM (Çok Kriterli Karar Verme Modeli) metodu ise kullanılan karar verme türüne göre aşağıdaki tabloda özetlenmiştir:

Tablo 4. Çok Kriterli Karar Verme Problemleri ve Teknikleri

Seçim Problemleri	Sınıflama Problemleri	Sıralama Problemleri	Tanımlama Problemleri
AHP	AHP	AHPsort	
ANP	ANP	-	-
MAUT/UTA	MAUT/UTA	UTADIS	
MACBETH	MACBETH	-	-
PROMETHEE	PROMETHEE	FlowSort	GAIA, FS-GAIA
ELECTRE I	ELECTRE III	ELECTRE Tri	
TOPSIS	TOPSIS	-	-
DEMATEL	-	DEMATEL	
VIKOR	-	VIKOR	

Kaynak: Turan, G., "Çok Kriterli Karar Verme" (2018). (Eds.) Yıldırım B.F., Önder E., Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri, (3.Baskı), Dora Yayınevi, Ezgi Matbaacılık, 19.

Alessio, I., Nemery P. (2013). Multi-Criteria Decision Analysis Methods and Software, John Wiley and Sons Ltd., p:7.

Yukarıdaki tablonun, literatürde farklı bakış açılarına göre ve farklı içeriklerde de bir araya getirildiği gözlemlenmektedir.

Girdiler için harcanan efor ve kullanılabilirlik açısından Tedarikçi Değerlendirme Metodları kolaydan zora doğru incelendiğinde; DEA, TOPSIS, Goal Programming, PROMETHEE, ELECTRE, AHP, MACBETH, ANP, MAUT şeklinde sıralanabilir (Alessio, 2013:7).

Tedarikçi değerlendirmesi karmaşık ve çok yönlü bir problem olduğundan, tedarikçi hakkında iyi bir değerlendirme yapmak için, kalite, teknik bilgi, teknoloji gibi çeşitli kavramlar gözden geçirilmelidir (Işık ve Öztaysi, 2014:65).

Çok kriterli karar verme yöntemi olan AHP modeli ile tutarlılık kontrolü sağlanır; böylelikle teknik değerlendirme modelinin doğru bir şekilde oluşturulmasına katkıda bulunur. Bu sayede karar vericilerin kararlarını gözden geçirmeleri için bir geri bildirim mekanizması olarak hareket eder. (Ho ve ark., 2010:21) AHP'nin en önemli sorunu kriterler içindeki karşılıklı bağımlılıkları ihmal eder, ancak ANP metodu bu engeli çözer (Işık ve Öztaysi, 2014:65).

VIKOR metodu (Sırpça: "Vlsekriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje" çok kriterli bir karar verme tekniğidir), aynı zamanda grup tarafından kabul

edilen uzlaşma çözümünden maksimum grup faydası sonuçlarını toplamayı amaçlayan popüler bir MCDM aracıdır (Shemshadi ve ark., 2011:12160). Tedarikçinin değerlendirme süreci, farklı tarafların (üretim, pazarlama, lojistik vb.) görüşlerini içerdiğinde, en uygun tekniklerden biridir (Işık ve Öztaysi, 2014:65).

Çok kriterli karar verme modelininin kuruluş aşamasında, tedarikçi değerlendirmesi konusunda farklı kararlar verebileceği için kriter çeşitliliği çok önemlidir. Bu yüzden kriterlerin sayısı ve tipi akıllıca seçilmelidir, aksi takdirde sonuçlar mantıklı olamaz (Omurca, 2013:690).

Çok kriterli karar verme problemlerinin çözümünde çok fazla teknik kullanılmakta olup, gelişen teknoloji ile birlikte bu tekniklerin kullanımını kolaylaştırmak için geliştirilen yazılımlar, problemi çözmeye çalışan karar vericilere, araştırmacılara ve yöneticilere oldukça büyük kolaylıklar sağlamaktadır (Turan, 2018:19).

Literatür taranarak, tedarikçi seçiminde kullanılan kriterlerin belirlenmesinde en etkin ve sık kullanılan yöntemler aşağıdaki bölümlerde sırasıyla incelenmiştir:

2.2.1 DEA Analizi (Veri Zarflama Analizi)

DEA veri zarflama analizi metodu, çoklu girdi ve çıktı durumu koşullarında homojen birimlerin karar verme performansını değerlendirmek için parametrik olmayan matematiksel programlama yaklaşımını kullanan bir tekniktir (Çelebi ve Bayraktar, 2008:1698). DEA metodu karşılaştırmalı karar verme örneklerinde operasyon uygulamalarını dikkate alarak, karar verme birimlerinin göreceli performansını ölçer (Kuo ve ark. 2010b:1163). Bu teknik diğer metodlara göre daha güçlü olduğundan en popüler bireysel yaklaşım olarak düşünülebilir (Ho ve ark. 2010:21).

Bu metodolojide gizli ilişkilerin ortaya çıkarılmasında çok başarılıdır. Tedarikçi değerlendirme kriterleri incelenirken aralarındaki gizli bağlantılar kolaylıkla ortaya çıkarılabilir. Tedarikçi değerlendirme çok yönlü bir problem olduğundan, DEA yani veri zarflama analiz yöntemi bu ihtiyacı birden fazla girdi çıktı vakası ele alabilmesi nedeniyle karşılayabilmektedir. Bunu sağlarken herhangi bir uygulama kısıtlaması getirmez (Işık ve Öztaysi, 2014:63).

Bu metotta önceden tanımlanmış ağırlıklar kullanılmaz. Tedarikçilerin bireysel araştırılmasıyla değerlendirme yapılır. Ayrıca kriterler tedarikçinin verimliliğini artırma ve azaltma durumuna göre değerlendirilir. Bu şekilde, tedarikçiler verimli ve verimsiz tedarikçiler olarak sınıflandırılır (Falagrio ve ark., 2012:523-524).

Tedarikçi seçimi web tabanlı sistem için artırılmış kesin DEA (veri zarflama yöntemi) önerilmiştir. Kesin olarak kullanabilme yeteneğine sahiptir ve iyi bir ayırıcı güce sahiptir (Wu ve ark., 2007:187).

Know-how yani teknik bilgi transfer miktarının da ölçülmesi sağlanarak tedarikçinin nitel olarak değerlendirilmesine imkan sağlayan bu metodun çok uygun bir araç olduğu ortaya konmuştur (Saen, 2006:1618).

Kriterler arasındaki hiyerarşi ve kriterlerin içindeki bağımlılıklar DEA metodu tarafından göz ardı edilmektedir. Ayrıca, DEA değerlendirilen tedarikçi hakkında büyük miktarda bilgi gerektirir. Böylece bu gereksinim zaman ve para tüketimiyle sonuçlanır (Çelebi ve Bayraktar 2008:1698).

Literatür incelendiğinde DEA yönteminin kullanıldığı bazı alanlar şunlardır: Tedarikçi Seçimi (Yeşil Tedarikçi Seçiminde Stok Maliyetleri ile İlgili Problemler) (Dobos ve ark., 2018), Sağlık (Hastanelerin Hizmet Kalitesinin Ölçümü) (Al-Shammari, 1999), Enerji (Rüzgar Enerjisinin Etkinliğinin Belirlenmesi) (Saglam, 2017), Banka (Şubelerinin Müşteri Hizmetleri Kalitesi) (Soteriou ve Stavrinos, 1997), Gıda Sektörü (Yeşil Tedarik Zinciri Yönetiminin Değerlendirmesi) (Mirhedayatian ve ark., 2013).

2.2.2 Matematiksel Programlama (Amaç Programlama)

Matematiksel modelleme karmaşık yapı problemleri için iyi bir araçtır ve aynı zamanda tedarikçi değerlendirme problemlerinde yaygın olarak kullanılan metotlardan biridir (Omurca, 2013:691).

İşletmenin tüm değer zinciri boyunca, basit bir hesap çizelgesi kullanılarak, ilgili tüm maliyetleri hesaba katarak tedarikçi seçimi ve envanter yönetimi kararını optimize etmek imkansızdır. Bu nedenle, farklı bileşen grupları için optimum bir

kaynak bulma stratejisi belirlemede karışık tamsayı matematiksel programlama modelleri kullanılmaktadır (Degraeve ve ark., 2005:14).

Matematiksel programın amacı, maliyetleri en aza indirmek ve tedarikçiyi değerlendirirken kalitesi, güvenilirliği, teknoloji seviyesi gibi tedarikçinin kabiliyetini en üst düzeye çıkarmak olup; bu nedenle tedarikçinin tercih ettiği en popüler matematiksel programlama dallarından birisidir (Kuo ve ark., 2010a:3978).

Matematiksel programlama, herhangi bir karar verilirken somut ve soyut kriterleri ölçmek ve birleştirmek için anlamlı bir yol sağlar. Yalnızca nitel ve nicel faktörleri değil, aynı zamanda bazı gerçek dünya kaynak sınırlamalarını (örneğin, işleme kapasitesi, kalite ve bütçe) dikkate almak için matematiksel programlama tekniği AHP yöntemi ile birlikte kullanılmaktadır. Son zamanlarda, odak noktasının bağımsız AHP veya matematiksel programlamadan ziyade entegre AHP ve matematiksel programlama uygulamalarıyla sınırlı olduğu gözlemlenmiştir. Kombine AHP-matematiksel programlama yöntemi, tedarikçi seçimi karar problemine sistematik, kullanımı kolay bir yaklaşım sunar. Böylelikle en iyi tedarikçiyi belirlemek ve seçilen tedarikçiler arasında optimum sipariş miktarını atamak için AHP ve tamsayı doğrusal olmayan programlama ve tamsayı doğrusal olmayan hedef programlama modelleri entegre edilmiştir (Kokangül ve ark., 2009:1419).

Tedarikçi değerlendirme ve seçiminin karmaşık yapısı matematiksel programlama yaklaşımı ile karşılanmaktadır. Bir hedefe ulaşmada olduğunda esnek bir araçtır. Asıl avantajı, sonuçların rafine edilip farklı koşullara uyarlanabilmesidir (Işık ve Öztayşi, 2014:65).

Matematiksel programlama (MP) modelleri dikkate alınırken önemli nitel faktörleri değerlendirmek zordur. Bu modelin dezavantajı, öznel özellikleri barındırmamasıdır (Keskin ve ark. 2010:1236).

Literatür incelendiğinde Matematiksel Programlamanın kullanıldığı bazı alanlar şunlardır: Tedarikçi Seçim Modeli Geliştirme, (Wang ve ark., 2009), (Ghorbani ve ark., 2012), Depolama Lokasyon Probleminin Matematiksel Programlamayla Optimize Edilmesi, (You ve ark., 2019), Hizmet (Havacılık) Sektöründe Matematiksel Programlama, (Chen ve ark., 2018), Gıda Endüstrisinde Sürdürülebilir Atık Geri Dönüşümü İçin Matematiksel Programlama, (Lin ve ark., 2019).

2.2.3 Artificial Intelligence (Yapay Zeka) Modeli

Yapay zeka modelleri, bilgisayar destekli sistemlerdir. Tarihsel verilerle eğitilmektedirler. Bu gruptaki modeller, karar verme sürecinin resmi hale getirilmesini gerektirmez. AI (Yapay zeka) modelleri, geleneksel yöntemlerden ziyade karmaşıklık ve belirsizlik konusunda tatmin edici bir performans göstermektedir. Çalışma mekanizmaları, insanın yargılama işlevini taklit etmek için tasarlanmıştır. Özellikle yapay sinir ağları ile insan örüntü tanıma (taklit etme) işlevini kullanarak; yapay zeka, mühendislik ve tedarikçi seçimi gibi birçok alanda sorunların çözümünde mükemmel davranış sergilemektedir (Kuo ve diğ., 2010b:1163).

Guo (2009)'da bahsedildiği üzere yapay zeka (AI) teknolojileri, daha çok insan yargısının işleyişine benzeyecek şekilde tasarlanmıştır, böylece karmaşıklık ve belirsizlikle "geleneksel yöntemlere" göre daha iyi başa çıkabilirler. Yapay zeka sistemlerinin kullanıcısı yalnızca mevcut durumun karakteristikleri hakkında bilgi vermek zorundadır (örneğin bir tedarikçinin kriterlere göre performansı). Yapay zeka teknolojileri daha sonra, geçmişte uzmanlardan veya vakalardan 'öğrendiklerine' dayanarak kullanıcılara gerçeğe yakın sonuçlar verir (Keskin ve ark. 2010:1236).

Genel olarak 12 teknik AI (Artificial Intelligence) Yapay Zeka Tekniği olarak kabul edilebilir. Bu tekniklerden dördü başlıca Genetik Algoritma (Küresel Arama Tekniği) (GA), Sinir Ağı (NN), Kaba Küme Teorisi (RST) ve Gri Sistem Teorisi (GST) teknikleridir. Aynı zamanda, vaka tabanlı muhakeme (CBR), Bayesian ağları (BN), Parçacık Sürüsü Optimizasyonu (PSO), Karınca Kolonisi Algoritması (ACA), Dempster – Shafer Teorisi (DST), İlişki Kuralı (AR), Destek Vektör Makinesi (SVM) ve Karar Ağacı (DT) dahil olmak üzere diğer sekiz alt teknik; AI Yapay Zeka Tekniğini özetlemektedir (Chai ve ark., 2013).

Literatür incelendiğinde Yapay Zekanın kullanıldığı alanlar şunlardır: Finansal Pazar (Kredi Değerlendirme Sistemi) (Bahrammirzaee ve ark., 2011), Yeşil Tedarikçi Değerlendirme ve Seçimi (Fallahpour ve ark., 2015), (Kuo ve ark., 2010), Makine Öğrenimi ve Yapay Zeka Uygulamaları (Lalmuanawma ve ark., 2020), Sağlık Sektöründe Basınca Duyarlı Giyilebilir Teknolojiler (Zang ve ark., 2014).

2.2.4 Stokastik Programlama

Stokastik programlama belirsizlikle başa çıkmak için yeterli ve uygun bir araçtır. Değişen ortama uyum sağlama yeteneğini kullanarak, güvenilir sonuçlar elde etme performansından ötürü, deterministik programlama modellerinden daha fazla tercih edilir. Gerçek dünyada faktörlerin her zaman kesin olmamaları ve deterministik programlamada faktörlerin yanında kesin olarak kabul edilmeleri nedeniyle stokastik programlama daha iyi bilgi vermektedir (Kara, 2011:2138).

Tedarik zinciri yönetimi problemlerinde belirsizlik modellerinin kullanılması, geleneksel deterministik yaklaşımın doğal bir uzantısıdır. Bunun nedeni, işletmelerin karşılaştığı çoğu sorunun karakteristik olarak bir dereceye kadar belirsizliğe sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle, modellemede kullanılan tüm parametrelerin deterministik olduğu varsayımları, özellikle talep, fiyatlar ve verimlilik oranları gibi çoğu durumda işletmelerin kapsamı dışında kalan unsurlar dikkate alındığında gerçekçi değildir. Bu ihtiyaca cevap verebilmek için, bazı yaklaşımlar modele stokastik unsurlar ekler. Bazıları belirsizliği modellemek için sistem dinamiklerini ve kontrol teorisini kullanır (Franca ve ark., 2010:293).

Stokastik programlama, Kaynaklı programlama (yani, iki aşamalı stokastik programlama) ve Olasılıklı (şans kısıtlamalı) programlama olmak üzere iki ana kategoriye ayrılmaktadır. Standart iki aşamalı stokastik programlama paradigmasında, belirsizlik altındaki bir optimizasyon probleminin karar değişkenleri iki aşamaya bölünmüştür (Sahinidis, 2004:972):

İlk aşamadaki değişkenler, belirsiz parametrelerin fiilen gerçekleştirilmesinden önce karar verilmesi gereken değişkenlerdir. Daha sonra, rastgele olaylar gerçekleştikten sonra, belirli bir maliyetle ikinci aşama veya başvuru değişkenlerinin değerleri seçilerek daha fazla tasarım veya operasyonel politika iyileştirmesi yapılabilir.

Geleneksel olarak, ikinci aşama değişkenleri, belirli bir belirsizliğin gerçekleşmesinden kaynaklanan herhangi bir olasılığa karşı düzeltici önlemler veya başvurular olarak yorumlanır. Bununla birlikte, ikinci aşama problemi, birinci aşama planı ve belirsizliğin gerçekleşmesini takiben operasyonel düzeyde bir karar problemi de olabilir. Belirsizlik nedeniyle, ikinci aşama maliyeti rastgele bir

değişkendir. Amaç, birinci aşama maliyetlerinin toplamını ve rastgele ikinci aşama maliyetlerinin beklenen değeri en aza indirilecek şekilde seçmektir. Olasılık veya şans kısıtlaması yaklaşımında, odak noktası sistemin güvenilirliğidir, yani sistemin belirsiz bir ortamda fizibilite karşılama kabiliyetidir. Bu güvenilirlik, kısıtlamaları karşılama olasılığına ilişkin asgari bir gereklilik olarak ifade edilir.

İşletmelerin hedefledikleri pazarda kalıcı olmaları için, karar vericilerin aldıkları kararların doğru ve şirket hedeflerine uygun olması önem taşımaktadır. Bu amacı sağlayabilmek için yöneylem araştırması teknikleri geliştirilmiştir. Bu teknikler, karar verme modellerine ait parametrelerin önceden bilinmesi durumunda “deterministik model”, parametrelerin olasılık kanunlarına dayanarak bulunması halinde ise “stokastik model” olarak adlandırılırlar. Stokastik modeller, genel olarak “stokastik süreç” başlığı altında incelenirler. Markov zincirleri ise stokastik süreçlerin özel bir bölümünü oluşturmaktadır (Soykan, Y., 2010:1).

Markov süreci, stokastik sürecin şu andaki verileri bilindiği takdirde; sürecin gelecekteki değerlerinin geçmişteki değerlerden koşullu olarak bağımsız olduğu süreç olup; Markov zinciri ise stokastik sistemlerin kısa veya uzun dönemdeki davranışlarının modellenmesine yardımcı olmaktadır (Kadılar, G.Ö., 2020).

Stokastik metodun kullanıldığı alanlarla ilgili olarak literatürde araştırma yapıldığında, Hizmet Sektöründe (Otomotiv Kiralama) Ağ Gelirlerinin Yönetimi Haensel ve ark. (2012), Enerji Talep ve Maliyetlerinin Değerlendirilmesi, (Oh ve ark., 2011, 2013), Tedarikçi Seçiminin Belirlenmesi (Hammamia ve ark., 2014), Endüstriyel Robotların Tasarımı ve Montajı, (Valente, 2016), Yeşil Tedarikçi Seçim Modeli Geliştirme, (Khalilzadeh, 2018), Hammadde/Yarı Mamul Tedariki, Tedarikçi Seçimi, İç Lojistik ve Üretim Planı Kararlarının Verilmesi, (Darvishi ve ark., 2020), (Xu ve ark., 2009), (Scott ve ark., 2015) gibi çeşitli alanlarda çalışmalar yapıldığı görülmüştür.

2.2.5 AHP Yöntemi (Analytic Hierarchy Process)

Analitik hiyerarşi süreci, bir dizi uygulama alanındaki karmaşık çok kriterli problemlerin çözümüne yardımcı olmak için tasarlanmış bir karar yaklaşımıdır. Bu yöntemin karmaşık ve yapılandırılmamış kararları dikkate alabilecek etkili ve pratik olduğu gözlenmiştir. Araştırmalarda, satıcı veya tedarikçi seçim kararlarını etkileyen

hem maddi hem de maddi olmayan faktörleri ve alt faktörleri ele almak amacıyla analitik hiyerarşi süreci (AHP) önerilmektedir (Jinturkar ve ark., 2014:41).

Metodolojinin seçimi, problemin özelliklerine ve diğer metodolojilerin avantaj ve dezavantajlarının dikkate alınmasına dayanır. Karar verici, her bir kriterin önemini ikili karşılaştırmalarda yargılar.

AHP'nin sonucu, her karar alternatifinin öncelik sırasına göre sıralanması veya ağırlıklandırılmasıdır (Tablo 5).

Tablo 5. AHP Metodu Sınıflandırma Ölçeği

Tercih ağırlıkları	Tanım	Açıklama
1	Eşit Derecede Tercih	İki faaliyet amaca eşit katkıda bulunur.
3	Kısmen (ılımlı olarak)	Deneyim ve düşünceler sonucunda, bir faaliyet bir diğer faaliyete göre biraz daha fazla desteklenir.
5	Güçlü derecede tercih	Deneyim ve düşünceler sonucunda, bir faaliyet bir diğer faaliyete göre çok daha fazla olarak desteklemektedir.
7	Çok güçlü derecede tercih	Bir faaliyet bir diğerine göre şiddetle desteklenir ve pratikte baskınlığı ispatlanabilir.
9	Oldukça	Bir faaliyet bir diğerine göre tercih nedeni kanıtlanabilir, mümkün olan en yüksek düzeyde teyit edilebilir.
2, 4, 6, 8	Orta değerler	Listelenen tercihler arasındaki uzlaşmayı (eşitliği) temsil etmek için kullanılır.

Kaynak: Saaty, T.L. (2000). Fundamentals of Decision Making and Priority Theory, 2nd edn. RWS Publication, Pittsburgh.

Özvektörün maksimum değeri (λ_{max}) AHP'de önemli bir doğrulama parametresidir. İkili karşılaştırma matrisinin tamamen tutarlı bir değerlendirme sağlayıp sağlamadığını doğrulamak için tahmini vektörün tutarlılık oranını (CR) hesaplayarak; tarama bilgisine referans indeksi olarak kullanılır. Bir matrisin tutarlılıktan ne kadar uzakta olduğunun ölçüsü tutarlılık oranı ile tespit edilebilir. Tutarlılık oranı aşağıdaki adımlara göre hesaplanır (Jinturkar ve ark., 2014:42-43):

1.Adım: Her n sipariş matrisi için özvektör veya relatif (bağıl) ağırlıkları ve λ_{max} değerini hesaplanır.

2.Adım: Her n sipariş matrisi için tutarlılık endeksi (CI) aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

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

Burada n kriter sayısıdır.

3.Adım: Tutarlık formülleri aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanır:

$$CR = CI / RI \quad (2)$$

Burada RI, çok sayıda simülasyon çalışmasından elde edilen rastgele tutarlılık indeksidir ve matrisin boyutuna göre değişir. Tablo.6, 500'lük bir örneklem büyüklüğü kullanılarak rastgele endekslerle elde edilen 1-10 düzeninde matrisler için rastgele tutarlılık indeksinin (RI) değerini göstermektedir.

Kabul edilebilir CR aralığı matrisin boyutuna göre değişir, yani, 3'e 3'lük bir matris için 0.05, 4'e 4'lük bir matris için 0.08 ve tüm daha büyük matrisler için 0.1 ($n \geq 5$) değeri alınır.

Tablo 6. Matris boyutuna göre ortalama rasgele indeks (RI) (Saaty, 2000)

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RCI	0	0	0,052	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49

Kaynak: Saaty, T.L. (2000). Fundamentals of Decision Making and Priority Theory, 2nd edn. RWS Publication, Pittsburgh.

Tablo 7. İkinci Seviyede Ana Kriterler İçin İkili Karşılaştırma Matrisi

	Krt1	Krt 2	Krt 3	Krt 4	Krt 5	Krt 6	Krt 7	Krt 8	Krt 9	Krt 10	C.R.
Krt 1	1	3	2	2	3	4	5	5	5	6	0,058
Krt 2	1/3	1	1	1	2	1	3	3	4	4	
Krt3	1/2	1	1	1	3	3	4	4	4	5	
Krt 4	1/2	1	1	1	3	1	3	6	6	5	
Krt 5	1/3	1/2	1/3	1/3	1	2	3	3	3	3	
Krt 6	1/4	1	1/3	1	1/2	1	2	1	2	1	
Krt 7	1/5	1/3	1/4	1/3	1/3	1/2	1	1/2	1/2	1/3	
Krt 8	1/5	1/3	1/4	1/6	1/3	1	2	1	1	1/2	
Krt 9	1/5	1/4	1/4	1/6	1/3	1/2	2	1	1	1/2	
Krt 10	1/6	1/4	1/5	1/5	1/3	1	3	2	2	1	

Kaynak: Jinturkar, A., Deshmukh, S., Sarode, A., Sunapwar, V., Khodke, P., "Fuzzy-AHP Approach to Improve Effectiveness of Supply Chain" (2014). Eds. Kahraman, C., Oztaysi, B., Supply Chain Management Under Fuzziness, Recent Developments and Techniques, Springer, Volume 313, ISBN 978-3-642-53939-8, (eBook), 43.

Eğer CR değeri, az önce bahsi geçen (matrisin boyutuna göre kabul edilen) değere eşit veya daha düşükse, matris içindeki değerlendirmenin kabul edilebilir olduğu anlamına gelir veya bu matristeki temsil edilen karşılaştırmalı değerlendirmeler için iyi bir tutarlılık seviyesi gösterir (Tablo 7).

Bunun aksine, eğer CR kabul edilebilir değerden fazlaysa, o matris içindeki kararların tutarsızlıkları ortaya çıkar ve bu durumda değerlendirme süreci gözden geçirilmeli ve iyileştirilmelidir. Karşılaştırmalı kararlar, daha genel bir başlık altında, ilgili unsurların gruplandırılması bölümünde ortaya konan konular açısından yeniden değerlendirilmelidir. Kabul edilebilir bir tutarlılık özelliği ise bir dizi kriterin önceliklerini belirlemede karar vericinin güvenilirliğini sağlamaya yardımcı olur (Jinturkar ve ark., 2014:43).

AHP yönteminin doğasında bazı belirsizlikler bulunmaktadır. Karar vericinin farklı alternatifleri veya kriterleri sıralarken ya da karşılaştırırken belirsizlik duygularını ifade edebileceği bir durum olduğunu düşünmekte yarar vardır. Saaty'nin yaptığı çalışmaya ilave olarak, tutarlılık kavramı geometrik ortalama prosedürü ile bulanık matrislere uygulanabilmektedir (Buckley, 1985:246).

AHP metodu, alternatifler veya kriterler arasındaki önemi karşılaştırabilmek ve belirsizlikleri dikkate almak için net sayılar yerine, bulanık ikili sayılar kullanmaktadır (Deng, 1999:230).

AHP, karar vericinin algılarının belirsizlik ve hatalar ile başa çıkamaması nedeniyle eleştirilmektedir. AHP'nin en büyük dezavantajı, ikili karşılaştırma sırasında (PC: pairwise comparison) tercihleri ifade etmedeki belirsizliği çözememesidir. AHP'nin belirsizliği ele alamaması, bulanık mantığın AHP'ye dahil edilmesinin önünü açmıştır (Deng, 1999:215).

AHP, tedarikçinin potansiyel performansını değerlendirirken riski ve belirsizliği etkili bir şekilde hesaba katamaz çünkü AHP, tedarikçinin performansını etkileyen özelliklerin göreceli öneminin kesin olarak bilindiğini varsayar. Başka bir deyişle, AHP deterministik karar ortamlarıyla başa çıkmak için tasarlanmıştır (Min, H., 1994:25).

Literatür incelendiğinde AHP yönteminin kullanıldığı bazı alanlar şunlardır: Plastik Sektöründe Yeni Ürünün Garanti Süresinin Belirlenmesi ve Gıda Sektöründe

Alternatif Reçetenin Belirlenmesi (Fogliatto ve ark., 2003), Sağlık Sektöründe Hastanede Müşteri Memnuniyetlerinin Değerlendirilmesi (Büyüközkan ve ark., 2012), Gıda Sektöründe Tedarikçi Seçimi (Magdalena, 2012), Optimum Bakım Stratejisinin Seçilmesi (Mishra ve ark., 2015), Otomotiv Endüstrisinde Tedarikçi Seçimi (Jain ve ark., 2018), Yeşil Tedarikçi Seçimi (Çalık ve ark., 2020).

2.2.6 ANP Yöntemi (Analitic Network Process)

Saaty (1999) ve Saaty (2003)'de bahsedildiği üzere ANP (Analitic Network Process) metodu, kurumsal kararların analizi için en kapsamlı çerçevedir. ANP metodu element kümeleri içindeki (iç bağımlılık) ve kümeler arasındaki (dış bağımlılık) hem etkileşime hem de geri bildirim izin verir. Bu tür geri bildirimler, özellikle risk ve belirsizlik söz konusu olduğunda, etkileşimin insan toplumundaki karmaşık etkilerini en iyi şekilde tespit eder. Bir kümedeki öğeler, aynı kümedeki diğer elemanları ve bazı özellikleri diğer kümedekileri etkileyebilir. Temel amaç, tüm kriterlerin genel etkisini belirlemektir. Bu durumda, önce tüm özellikler veya kriterler organize edilmeli ve kontrol hiyerarşisi çerçevesinde önceliklendirilmelidir. Daha sonra bu özelliklerin önceliklerini elde etmek için karşılaştırmalar yapılmalı ve sentezlenmelidir. Son olarak, ortaya çıkan etkiler, özelliklerin önemine göre ağırlıklandırılmalı ve her bir elementin genel etkisini elde etmek için eklenmelidir (Onut, 2011:183).

İkili karşılaştırmalar yapmadan önce, karşılaştırılan tüm kriterler ve kümelerin birbiriyle bağlantısı karşılaştırılmalıdır. Tek yönlü, iki yönlü ve döngü olmak üzere üç tür bağlantı vardır. İkili karşılaştırmalar, Saaty tarafından önerilen 1-9 ölçeğine bağlı olarak yapılır (Senvar ve ark., 2014:149).

İlişkilerin tümü ikili karşılaştırmalar olarak değerlendirilir. Global öncelikleri elde etmek için, yerel öncelik vektörleri, süpermatris olarak bilinen kriterler arasındaki etki matrisi sütunlarına girilir. Süpermatris, genel öncelikleri hesaplamak için etkilerini sınırlandırmaya ve bunun sonucu olarak, her bir kriterin, etkileşim içinde olduğu diğer kriterler üzerindeki kümülatif etkisine karar verilir (Saaty ve Vargas, 1998:493).

Süpermatris gösterimi üç seviyeli bir hiyerarşi aşağıdaki gibi verilmiştir (Senvar ve ark., 2014:149):

$$\mathbf{W} = \begin{array}{l} \text{Goal (G)} \\ \text{Criteria (C)} \\ \text{Alternatives (A)} \end{array} \begin{array}{ccc} \mathbf{G} & \mathbf{C} & \mathbf{A} \\ \left(\begin{array}{ccc} 0 & 0 & 0 \\ W_{21} & 0 & 0 \\ 0 & W_{32} & 1 \end{array} \right) \end{array}$$

W_{21} , hedefin kriterler üzerindeki etkisini temsil eden bir vektör iken, W_{32} , kriterlerin alternatiflerin her biri üzerindeki etkisini temsil eden bir vektördür ve "I" birim matrisidir.

W'nin girdileri matris olduğundan, süpermatris olarak adlandırılır. Örnek olarak burada kriterler aralarında ilişki varsa, W_{22} değeri sıfır olamaz.

$$\mathbf{W} = \begin{array}{ccc} \left(\begin{array}{ccc} 0 & 0 & 0 \\ W_{21} & W_{22} & 0 \\ 0 & W_{32} & 1 \end{array} \right) \end{array}$$

Süpermatrisin genel denklemi aşağıdaki eşitlikte verilmektedir. e_{mn} , m'ninci küme içindeki n'ninci kriterdir ve W_{ij} , j'ninci kümenin kriterlerini i'ninci kümenininkiyle karşılaştıran temel özvektördür. Eğer j'ninci kümesinin i.ci küme üzerinde bir etkisi yoksa $W_{ij} = 0$ olur. Chung (2005)' de bahsedildiği üzere bir kümeye ait bir kriter grubunun, başka bir kümeden herhangi bir kriter üzerindeki etkisi, ikili karşılaştırmalar uygulanarak öncelikli bir vektör olarak gösterilebilir. Ağdaki tüm öncelikli vektörler, her bir verinin satır elemanının sütun eleman üzerindeki etkisini gösterdiği bir süpermatriste uygun pozisyonlarda birleştirilir (Senvar ve ark., 2014:150).

$$\mathbf{W} = \begin{array}{c} e_{11} \\ \dots \\ e_{1n1} \\ \text{C1} \dots \\ e_{21} \\ \text{C2} \dots \\ e_{2n2} \\ \text{C3} \dots \\ e_{m1} \\ \dots \\ e_{mnn} \end{array} \begin{array}{ccc} \text{C1} & \text{C2} & \text{C3} \\ e_{11} \dots e_{1n1} & e_{21} \dots e_{2n2} & e_{m1} \dots e_{mnn} \\ \left(\begin{array}{ccc} W_{11} & 0 & 0 \\ W_{21} & W_{22} & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ W_{M1} & W_{M2} & W_{MM} \end{array} \right) \end{array}$$

Saaty (2004)'de belirtildiği üzere W stokastik kolon matrisi olup; süpermatrisin önceliklerini sınırlama işlemi, o matrisin indirgenabilirliği, öncelik durumu ve matristeki döngüye bağlıdır. Ancak, özvektörün değerinin 1'e eşit olması; ya da karmaşık bir kökü olması ya da matrisin indirgenebilir olup olmamasına bağlı olarak farklı formları vardır. Eğer matris indirgenemez ve basit bir matris ise, sınır değer W 'yi yükselterek bulunur (Senvar ve ark., 2014:150).

$$\mathbf{W}^\infty = \lim_{k \rightarrow \infty} \mathbf{W}^k$$

Bu durumda, sınır tektir ve W^∞ için bir w_∞ sütun vektörü vardır. Başka bir kümenin kökleri varsa ve süpermatris, döngüsellik etkisine (indirgenemez ve etkisiz) sahipse, sınırlayıcı süpermatrisin sınırı tek değildir. Bu durumda iki veya daha fazla sınırlayıcı süpermatris vardır ve ortalama önceliği elde etmek için Cesaro toplamı hesaplanır.

$$\mathbf{W}^\infty = \lim_{k \rightarrow \infty} \mathbf{W}^k \begin{pmatrix} 1 \\ \vdots \\ N \end{pmatrix} \sum_{j=1}^N W_{j}^k$$

Yu ve Tzeng (2006)'de bahsedildiği üzere W_j , j'ninci sınırlayıcı süpermatris'tir. Cesaro toplamı, çoğunlukla tek olmadıklarında sınırları bulmak için kullanılır. Aksi takdirde, süpermatris öncelikli ağırlıkları elde etmek için üst güçlere yükseltilecektir. Saaty ve Vargas (1998) ile Onut (2011)'de bahsedildiği üzere başka bir deyişle, stokastik süpermatrisin sınırlandırılabilirliği, indirgenebilir olup olmadığına veya birinin basit veya çoklu bir kök olmasına ve sistemin döngüsel olup olmadığına göre hesaplanması gerekebilir. Eğer matris indirgenebiliyorsa, asıl özvektörün köklerinin (m_i) çoklu bir köke sahip olduğu ve indirgenebilir bir stokastik matristen sınır öncelikleri elde ettiği düşünülmelidir. Örnek olarak, (m_i) = 1 olduğunda, üç seviyeli bir hiyerarşi için W^∞ hesaplanmalıdır (Senvar ve ark., 2014:151):

$$W^\infty = \lim_{k \rightarrow \infty} \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ W_{22}^k W_{21} & W_{22}^k & 0 \\ W_{32} (\sum_{h=0}^{k-2} W_{22}^h) W_{21} & W_{32} (\sum_{h=0}^{k-1} W_{22}^h) & I \end{pmatrix}$$

$(W_{22})^k$, $W_{22} < 1$ olduğu için k değeri sonsuzluğa eğilim gösterdiğinden yani sıfıra meyilli olduğu için, W^∞ şu şekilde bulunur:

$$W^\infty = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ Z = W_{32}(I - W_{22})^{-1}W_{21} & W_{32}(I - W_{22})^{-1}W_{21} & I \end{pmatrix}$$

Bu nedenle, hedefin alternatiflerin W^∞ 'un (3, 1) no.lu matris hücresinin girişi ile sıralamaya etkisi verilmiştir. Neumann serisine göre, eğer ($\lim_{k \rightarrow \infty} W^k = 0$) ise, $(I - W)$ tekil değildir;

$$(I - W_{22})^{-1} = I + W_{22} + W_{22}^2 + W_{22}^3 + \dots = \sum_{k=0}^{\infty} W_{22}^k$$

W_{22} uygun büyüklükte girdilere sahip olduğunda, $(I - W_{22})^{-1}$ yaklaşımlarını sağlar. Neumann serisinin ilk birkaç terimi yaklaşık olarak Z ile değiştirilirse,

$$Z = W_{32} \left(I + W_{22} + W_{22}^2 + W_{22}^3 + \dots + W_{21} \right)$$

Dolayısıyla, Z vektörü, alternatifleri değerlendirmek ve sıralamak için kullanılabilir. Başka bir deyişle, süpermatrisi oluşturduktan sonra, eğer sütun stokastik ise, basitçe bir cevap elde etmek için onun yükseltilmesi sağlanabilir. Aksi halde, önce ağırlıklı süpermatris üretilir ve daha sonra öncelik vektörü elde etmek için onu sınırlayıcı güçlere yükseltir. Süpermatris genellikle sütun stokastik olmadığı için, sınırlayıcı matris mevcut değildir. Bu nedenle, süpermatrisin stokastikliği, alt matris sütunlarının normalleştirilmesiyle sağlanabilir (Ramik 2006:825-837). Bu nedenle, bu normalizasyon yaklaşımı, yukarıda eşitliklerde belirtildiği gibi yeni alt matrisler elde etmek için kullanılabilir ve özellikle Z vektörüyle, alternatiflerin bulanık değerlendirmeleri etkili bir şekilde gerçekleştirilebilir.

Literatür incelendiğinde ANP yönteminin kullanıldığı bazı alanlar şunlardır: Çimento Sektöründe Sürdürülebilir Bakım Performans Değerlendirilmesi (Amrina ve ark, 2016), İşletmenin Yeşil Tedarik Zinciri Stratejisinin Belirlenmesi (Jayant, 2016), Toprak Endüstrisinde Stratejik Kararların Verilmesi (Zhü ve ark., 2016), Gıda Güvenliğinin Sağlanması İçin Değerlendirme Analizi (Chen ve ark., 2017), Hastanede Servis Hizmetlerinin İyileştirilmesi (Wu ve ark., 2018), Sürdürülebilir Tedarikçi Seçiminin Sağlanması (Abdel-Baset ve ark., 2019), Yenilenebilir Enerji Yatırımında Risk Değerlendirme Sistemi (Wu ve ark., 2019).

2.2.7 PROMETHEE Metodu (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations)

PROMETHEE yöntemi (zenginleştirme değerlendirmesi için tercih sıralaması organizasyon yöntemi), Brans ve diğerleri tarafından geliştirilen çok kriterli bir karar verme yöntemidir. Sonlu sayıda alternatifin, bazen birbiriyle çelişen birkaç kriter dikkate alınarak sıralanacağı sorunlara iyi adapte edilmiştir (Albadvi ve ark., 2007:674). PROMETHEE yöntemleri, çok kriterli analizde yeni bir sınıf geçiş yöntemleridir. Temel özellikleri basitlik, açıklık ve istikrarlı oluşlarıdır. Tanımlanacak tüm parametrelerin ekonomik bir anlamı vardır, böylece karar vericinin bunları kolayca düzeltmesi sağlanır (Brans ve Vincke, 1985:228).

Sonlu bir dizi alternatifin zaman zaman birbiriyle çelişen kriterlere göre sıralanacağı problemlere iyi adapte edilmiştir (Tuzkaya ve ark. 2010:2856).

Ulengin ve diğ. (2001:186) PROMETHEE'nin avantajlarını şöyle sıralamıştır:

1. PROMETHEE kullanıcı dostu ve sade bir sıralama yöntemidir;
2. Günlük hayattaki planlama problemlerinde başarıyla uygulanmıştır.

Değerlendirme PROMETHEE yönteminin başlangıç noktasıdır. Bu aşamada, alternatifler farklı kriterlere göre değerlendirilir. Bu değerlendirmeler temelde sayısal verileri içerir.

Macharis ve diğ. (2004:308) PROMETHEE'nin uygulanmasının aşağıdaki gibi iki ek bilgi türü gerektirdiğini belirtmiştir:

* Değerlendirilen kriterlerin göreceli önemi (yani ağırlıkları) hakkında bilgi verir;

* Alternatiflerin katkılarını her bir ayrı kriter açısından değerlendirirken kullandığı karar vericilerin tercih fonksiyonu hakkında bilgi sağlar.

PROMETHEE algoritmasının temel aşamaları aşağıdaki gibi özetlenebilir (Geldermann ve ark. 2000:50-52):

Adım 1. Her bir j kriteri için normalleştirilmiş bir tercih fonksiyonu p_j (d) tanımlanır.

Adım 2. Her bir kriterin nispi önemi için ölçü olan ağırlıkları içeren bir vektör tanımlanır.

$wT = [w_1, \dots, w_k]$. Karar vericinin görüşüne göre bütün kriterler aynı öneme sahipse, tüm ağırlıklar eşit olarak alınabilir. Ağırlıkların normalleştirilmesi,

$$\sum_{k=1}^K W_k = 1 \text{ zorunlu olarak gerekli değildir.}$$

Adım 3. Tüm alternatifleri a_t olarak tanımlanır; $a_t \in A$ kümesinin dış ilişkisi π :

$$\pi: \begin{cases} A \times A \longrightarrow [0,1] \\ \pi(a_t, a_{t'}) = (\sum_{k=1}^K W_k \cdot (P_k(f_k(a_t)) - f_k(a_{t'}))) \end{cases}$$

$$\pi: \begin{cases} A \times A \longrightarrow [0,1] \\ \pi(a_t, a_t) = (\sum_{k=1}^K W_k \cdot (P_k(f_k(a_t)) - f_k(a_t))) \end{cases}$$

Tercih indeksi $\pi(a_t, a_{t'})$; karar vericinin a_t kriteri için $a_{t'}$ alternatifi ve diğer tüm kriterler ile eşzamanlı olarak değerlendirilmesi için karşılaştırma yapılmasını sağlayan tercih yoğunluk ölçüsüdür. Temel olarak, $p_k(d)$ tercih fonksiyonlarının ağırlıklı bir ortalamasıdır ve sıralama grafiği olarak gösterilebilir.

Adım 4. ($a_t \in A$) kümesinde, her bir alternatifin pozitif etkisinin bir ölçüsü olarak, etki (çıktı) değeri hesaplanır:

$$\Phi^+(a_t) = \frac{1}{T-1} \sum_{\substack{t=1 \\ t \neq t'}}^n \pi(a_t, a_{t'})$$

Adım 5. ($a_t \in A$) kümesinde, her bir alternatifin negatif etkisinin bir ölçüsü olarak, etki (çıktı) değeri hesaplanır:

$$\Phi^-(a_t) = \frac{1}{T-1} \sum_{\substack{t=1 \\ t \neq t}}^n \pi \cdot (a_t, a_t)$$

Yukarıdaki her iki formülde de a_t^1 ve a_t dışındaki diğer karar noktalarını göstermektedir. Dolayısıyla her iki formülde de n adet karar noktası için üstünlük değerleri, (n-1) değer toplamından oluşacaktır (Şenkayas, Hekimoğlu, 2013:72).

Adım 6. PROMETHEE 1 metodu ile kısmi sıralama belirlenir. PROMETHEE 2 metodu ile karar noktalarının tam sıralaması belirlenir. Karar noktalarına ilişkin negatif ve pozitif üstünlük değerlerinin ikili karşılaştırmalarının yapıldığı PROMETHEE 1 metodunda karşılaşılabilecek üç alternatif durum vardır: Bir karar noktasının diğer karar noktasına göre üstünlüğü, karar noktalarının farksızlığı ve karar noktalarının birbirleriyle karşılaştırılmaması olarak ifade edilebilir. a_t karar noktasının a_t^1 karar noktasına göre üstün olabilmesi için aşağıdaki durumlardan herhangi birinin sağlanması gerekir (Şenkayas, Hekimoğlu, 2013:72).

(Dağdeviren, 2008:400)'de belirtildiği üzere aşağıdaki eşitlikte a_t karar noktasının üstün olduğu gözlenmektedir:

$$\left. \begin{array}{l} \Phi^+(a_t) > \Phi^+(a_t^1) \text{ ve } \Phi^-(a_t) < \Phi^-(a_t^1) \text{ veya} \\ \Phi^+(a_t) > \Phi^+(a_t^1) \text{ ve } \Phi^-(a_t) = \Phi^-(a_t^1) \text{ veya} \\ \Phi^+(a_t) = \Phi^+(a_t^1) \text{ ve } \Phi^-(a_t) < \Phi^-(a_t^1) \end{array} \right\}$$

Aşağıdaki eşitsizlikte ise her iki karar noktasının farksız olduğu gözlenmektedir:

$$\Phi^+(a_t) = \Phi^+(a_t^1) \text{ ve } \Phi^-(a_t) = \Phi^-(a_t^1)$$

Üçüncü ve son durumda a_t ile a_t^1 alternatiflerinin karşılaştırılmasının mümkün olmadığı aşağıdaki eşitlikte ifade edilmektedir:

$$\left. \begin{array}{l} \Phi^+(a_t) > \Phi^+(a_t^1) \text{ ve } \Phi^-(a_t) > \Phi^-(a_t^1) \text{ veya} \\ \Phi^+(a_t) < \Phi^+(a_t^1) \text{ ve } \Phi^-(a_t) < \Phi^-(a_t^1) \text{ veya} \end{array} \right\}$$

Adım 7. PROMETHEE 2 metodu ile karar alternatif noktalarının tam sıralaması belirlenir. Karar noktalarının tam sıralaması için, her karar noktası için aşağıdaki eşitlik formülü kullanılarak tam öncelik değerleri hesaplanır ve bu değerler büyükten küçüğe doğru sıralanır.

$$\Phi^{\text{net}}(a_t) = \Phi^+(a_t) - \Phi^-(a_t)$$

Yukarıdaki formüle göre a_t ve a_t^1 karar noktaları için;

Eğer $\Phi(a_t) > \Phi(a_t^1)$ ise (a_t) alternatifi daha üstündür.

Eğer $\Phi(a_t) = \Phi(a_t^1)$ ise (a_t) ve (a_t^1) alternatifleri arasında bir fark yoktur (Şenkayas, Hekimoğlu, 2013:73).

Literatür tarandığında PROMETHEE metodunun kullanıldığı bazı alanlar şunlardır: Hidroelektrik Enerji İstasyonunda Kriterlerin Önem Derecesine Göre Sıralanması, (Brans ve ark., 1986), Borsa'da Sanayi ve İşletme Değerlendirmesi (Albadvi ve ark., 2006), Gıda Tedarik Zincirinde Yeşil Tedarikçilerin Önceliklendirilmesi (Govindan ve ark., 2016), Yeşil Lojistik Tedarikçisinin Seçilmesi (Liao ve ark., 2018), En Uygun Yeşil Tedarikçinin Seçilmesi (Liu ve ark., 2020), Su Kaynaklarının Planlanmasında Alternatiflerin Değerlendirilmesi (Abu-Taleb ve ark., 1995).

2.2.8 ELECTRE Metodu

ELECTRE Metodu çok kriterli karar verme teknikleri arasında yer alan, seçim, sınıflandırma, sıralandırma ve tanımlama problemlerinde kullanılmaktadır. Bu yöntem ilk olarak 1965 yılında bir konferansta sunulmuş ve ilk makale 1968 yılında yayınlanmıştır (Alessio, I., 2013:180).

ELECTRE yöntemleri, ikiden fazla kriter içeren karar problemleriyle karşılaştığında ve en az birinin aşağıdaki koşulların karşılanması durumunda önemlidir (Figueira ve ark.2005:136):

* Kriterlerin performansları farklı birimlerde (örneğin süre, ağırlık, fiyat, renk vb.) olduğu zaman ve karar verici, ortak bir ölçek tanımlamaktan kaçınmak istediğinde;

* Problemden bulunan kriterlerde her bir kriterin ayrı bir öneme sahip olması ve diğer bir kriter tarafından tolere edilemediği durumlarda (örneğin zaman gecikmesi kriteri iyi kalite ile telafi edilemez);

* Küçük farklar önemsiz olsa dahi farkların toplamı önemli yer tutuyorsa; daha sonra açıklanması problem yaratacak kayıtsızlık ve eşik değerlerinin kullanılmasına ihtiyaç duyuluyorsa (örneğin bir fincan kahvede bir şekerin önem vermeyebilir ancak toplamda 1000 adet şekerle önem verilebilir);

* Alternatiflerin normal sıralama ile sunulduğunda karşılaştırmasının zor olduğu durumlarda; ölçek yardımı ile zayıf veya güçlü yanlarının ölçek yardımıyla değerlendirilmesi gereken durumlarda (hangi sıcaklığın üretim açısından ideal çalışma durumu olarak belirlemek buna örnek gösterilebilir).

ELECTRE Metodu kendi içinde kullanım yerine göre, ELECTRE I, ELECTRE II, ELECTRE III, ELECTRE IS ve ELECTRE -TRI olmak üzere çeşitli çözüm yöntemleri bulunmaktadır.

Literatürde araştırma yapıldığında ELECTRE metodunun pratikte çok çeşitli alanlarda kullanımının olduğu görülmektedir (Tablo 8):

Tablo 8. ELECTRE Yönteminin Pratikte Bazı Kullanım Alanları

1. Doğal Kaynaklar ve Çevre Yönetimi	Tlili ve Nafi (2012)	1.1. Su Yönetimi	Gershon ve Duckstein (1983)
		1.2. Atık Yönetimi	Coronado, Dosal, Coz, Viguri ve Andres (2011)
		1.3. Arazi Yönetimi, jeoloji ve haritacılık	Abedi, Torabi, Norouzi ve Hamzeh (2012)
		1.4. Ormancılık, doğal koruma ve ekoturizm	Ok, Okan ve Yılmaz (2011)
2. Şirket yönetimi	Infante, Mendonca, Purciconio ve Valle (2013)	2.1. Performans ve karşılaştırma	Rigopoulos ve Anagnostopoulos (2010)
		2.2. İnsan Kaynakları	Wu ve Chen (2011)
		2.3. Yatırım Kararları	Alexopoulos, Siskos, Tsotsolas ve Hristodoulakis (2012)
3. Enerji Yönetimi	Atıcı ve Ulucan (2011)	3.1. Büyük Ölçekli Enerji Yönetimi	Oliveira, Antunes ve Gomes (2011,2013)
		3.2. Küçük Ölçekli Enerji Yönetimi	Avgelis ve Papadopoulos (2009)
4. Tasarım, makine mühendisliği ve imalat sistemleri	Certa, Enea ve Lupo (2013)		
5. Yapısal, inşaat ve nakliye mühendisliği	Balali, Zahraie ve Roozbahani (2014)		
6. Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi	Devi ve Yadav (2013)	6.1. Tesis düzeni ve konumu	Covas, Silva ve Dias (2013)
		6.2. Tedarikçi seçimi	Marbini ve Tavana (2011), Fei ve ark (2019)
7. Bilgi Teknolojileri	Gomez ve Carnero (2011)	7.1. Yazılım değerlendirme	Paschetta ve Tsoukias (2000)
		7.2. Ağ seçimi	Charilas, Panagopoulos ve Markaki (2014)
		7.3. E-Ticaret/M-Ticaret	Ondrus ve Pigneur (2009)
8. Finansal Yönetim	Huck (2009)	8.1. Portföy ve Yatırım yönetimi	Xidonas, Askounis ve Psarras (2009)
9. Politika, sosyal ortam ve eğitim	Petrovic, Bojkovic, Anic ve Petrovic (2012)		
10. Kimya ve biyokimya mühendisliği	Gurmeric, Dogan, Toker, Senyigit ve Ersoz (2013)		
11. Tarım ve bahçecilik	Mendas ve ark. (2014)		
12. Sağlık, Güvenlik ve Tıp	Chen, Chang ve Lu (2013)		

Kaynak: Govindan, K., Jepsen, M.B. (2016). ELECTRE: A comprehensive literature review on methodologies and applications. Omega The International Journal of Management Science. European Journal of Operational Research 250, 1–29.

Temelde aynı olmakla birlikte 1966 yılında Benayoun tarafından ifade edilen ELECTRE yönteminin orijinal versiyonu (ELECTRE I) aşağıda adımlarda sırasıyla gösterilmektedir (Triantaphyllou, 2000:14-17):

Bu problem ile çözüme başlamadan evvel karar verici tarafından, potansiyel alternatiflerden oluşan; karar matrisi adı verilen başlangıç matrisi oluşturulur (Tablo 9).

Tablo 9. Çok Ölçekli Karar Tablosu

Alternatifler	Kriterler			
	1	2	...	n
1	a_{11}	a_{12}	...	a_{1j}
2	a_{21}	a_{22}	...	a_{2j}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
m	a_{i1}	a_{i2}	...	a_{ij}

Kaynak: Şahin, S., “ELECTRE” (2018). (Eds.) Yıldırım B.F., Önder E., Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri, (3.Baskı), Dora Yayınevi, Ezgi Matbaacılık, 157.

Daha sonra sırasıyla aşağıdaki adımlar izlenir:

Adım 1. Karar Matrisi normalize edilir.

Bu işlem sayesinde, aşağıdaki denklem kullanılarak, karar matrisinin girdileri; karşılaştırılabilir girdilere dönüştürülür:

$$x_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^m (a_{kj})^2}} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n$$

Normalleştirilmiş X matrisi aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{13} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & x_{23} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & x_{m3} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

Burada m alternatiflerin sayısıdır; n kriter sayısıdır ve x_i , i'ninci alternatifin j'inci kriteri açısından normalleştirilmiş tercih ölçüsüdür.

Adım 2. Normalleştirilmiş Karar Matrisinin Ağırlıklandırılması

Daha sonra, önceki X matrisinin sütunlarının her biri, karşılık gelen karar kriterinin ilişkili önem ağırlığı ile çarpılır. ($w_1, w_2, w_3, \dots, w_n$) olarak belirtilen bu ağırlıklar karar verici tarafından belirlenmektedir.

Y olarak gösterilen ağırlıklı matris:

$$Y = X \cdot W$$

$$Y = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & y_{13} & \dots & y_{1n} \\ y_{21} & y_{22} & y_{23} & \dots & y_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ y_{m1} & y_{m2} & y_{m3} & \dots & y_{mn} \end{bmatrix}$$

$$W = \begin{bmatrix} w_1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & w_2 & 0 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & w_n \end{bmatrix} \text{ ve } \sum_{i=1}^n w_i = 1$$

Adım 3. Uyum ve Uyumsuzluk kümeleri belirlenir.

Uyum kümesi, $m \geq k$ olan iki alternatif A_k ve A_l 'nin C_{kl} değerini $I \geq 1$, A_k 'nın A_l 'ya tercih edildiği tüm kriterler kümesi olarak tanımlanır. Bu set aşağıdaki şekilde gösterilir:

$$C_{kl} = \{j \mid y_{kj} \geq y_{lj} \} \quad j = 1, 2, 3, \dots, n.$$

Tamamlayıcı alt kümeye “Uyumsuzluk Kümesi” denir ve aşağıdaki şekilde ifade edilir:

$$D_{kl} = \{j \mid y_{kj} < y_{lj} \} \quad j = 1, 2, 3, \dots, n.$$

Adım 4. Uyum ve Uyumsuzluk Matrisleri Oluşturulur.

C uyum matrisindeki elemanların göreceli değeri, uyum indeksi vasıtasıyla hesaplanır. Uyum indeksi C_{kl} , uyumluluk setinde bulunan kriterlerle ilişkili ağırlıkların toplamıdır. Aşağıdaki şekilde ifade edilir:

$$C_{kl} = \sum_{j \in C_{kl}} W_j \quad j = 1, 2, 3, \dots, n.$$

Uyum indeksi, alternatif A_k 'in alternatif A_l 'ye göre göreceli önemini gösterir.

($0 \leq c_{kl} \leq 1$). Uyum matrisi C aşağıdaki gibi tanımlanmıştır:

$$C = \begin{bmatrix} - & c_{12} & \dots & c_{1m} \\ c_{21} & - & \dots & c_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{m1} & c_{m2} & \dots & - \end{bmatrix}$$

Burada C matrisinin girdileri “k = I” olduğunda tanımlanmaz.

Uyumsuzluk matrisi D, belirli bir alternatif A_k'ın rakip bir alternatif A_l'dan daha kötü olma derecesini ifade eder. Uyumsuzluk matrisinin d_{kl} öğeleri şu şekilde tanımlanır:

$$d_{kl} = (\max_{j \in D_{kl}} |y_{kj} - y_{lj}|) / (\max_j |y_{kj} - y_{lj}|)$$

Uyumsuzluk matrisi şu şekilde tanımlanır:

$$D = \begin{bmatrix} - & d_{12} & \dots & d_{1m} \\ d_{21} & - & \dots & d_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ d_{m1} & d_{m2} & \dots & - \end{bmatrix}$$

matrisinde olduğu gibi, matris D'nin girişleri k = I olduğunda tanımlanmaz. Ayrıca, burada önceki iki (mxm) matrisinin simetrik olmadığı belirtilmelidir.

Adım 5. Uyumluluk ve Uyumsuzluk Üstünlük Matrislerini Belirlenir.

Uyumluluk baskınlık matrisi, uyum indeksi için bir eşik değeri yardımıyla oluşturulur. Örneğin, alternatif A_k 'ye karşılık gelen uyum indeksi C_{kl}, en azından belirli bir eşik değeri c'yi aşarsa, alternatif A_l'ye hakim olma şansına sahip olacaktır. Yani, aşağıdaki koşul doğruysa bu şart sağlanır:

$$c_{kl} \geq c$$

Eşik değeri c, ortalama uyum indeksi olarak belirlenebilir. Yani, aşağıdaki ilişki doğru olabilir:

$$c = \frac{\sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^m c_{kl}}{m(m-1)}$$

Eşik değerine bağlı olarak, uyum üstünlük matrisi F'nin öğeleri aşağıdaki gibi belirlenir:

$$F = \begin{cases} f_{kl} = 1 & \text{eğer } c_{kl} \geq \underline{c} \\ f_{kl} = 0 & \text{eğer } c_{kl} < \underline{c} \end{cases}$$

Benzer şekilde, uyumsuzluk üstünlük matrisi G, bir eşik değeri \underline{d} kullanılarak tanımlanır, burada \underline{d} aşağıdaki gibi tanımlanabilir:

$$\underline{d} = \frac{\sum_{k=1}^m \sum_{l=1}^m a_{kl}}{m(m-1)}$$

$$G = \begin{cases} g_{kl} = 1 & \text{eğer } d_{kl} \geq \underline{d} \\ g_{kl} = 0 & \text{eğer } d_{kl} < \underline{d} \end{cases}$$

Adım 6. Toplam Üstünlük Matrisi belirlenir.

Bu adımda toplam hakimiyet matrisi E'nin elemanları aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$e_{kl} = f_{kl} \times g_{kl}$$

Adım 7. Daha Az Elverişli Alternatiflerin Elenmesi

Toplam üstünlük matrisinden alternatiflerin kısmi bir tercih sıralaması türetilebilir.

$E_{kl} = 1$ ise bu, hem uyumluluk hem de uyumsuzluk kriterleri kullanılarak alternatif A_l yerine alternatif A_k 'in tercih edildiği anlamına gelir.

Toplam üstünlük matrisinin herhangi bir sütununda en az bir eleman 1'e eşitse, bu sütun karşılık gelen satırın hakimiyetindedir. Bu nedenle, 1'e eşit bir elemanı olan herhangi bir sütun, rahatlıkla elenebilir. O halde en iyi alternatif, diğer tüm alternatiflere bu şekilde üstünlük sağlayan alternatiftir.

ELECTRE I yönteminde ancak çekirdek çözüm belirlenebilir; ondan sonraki en iyi alternatifin hangisi olduğunu belirlemek zordur. Burada amaç tek bir hareket sonunda, alternatifleri seçebilecek şekilde, mümkün olduğu kadar az sayıda, alternatiflerin bir alt kümesiyle karar vericilere yardımcı olmaktır (Şahin, 2018:155).

2.2.9 MACBETH Metodu

MACBETH (Kategorik Tabanlı Değerlendirme Tekniğiyle Çekiciliği Ölçme), nicel bir değer modeli oluşturmak için kullanılan bir MCDM (Çok Kriterli Karar Verme) yöntemidir. Bu yöntem, karar vericilerin önceliklerini direk sayısal olarak ifade etmekten kaçınır (Bana e Costa ve Chagas, 2004:323) ve karar kriterlerine göre alternatiflerin nispi ağırlıklı çekiciliğinin toplu değerine göre alternatiflerin sıralamasını (önceliklendirmeye) belirlemeye yardımcı olur (Karande ve Chakraborty, 2014:18).

MACBETH metodu iki amaç için geliştirilmiştir (Corte ve ark., 2012:13):

1) Sosyal bir bakış açısıyla, süreci kolaylaştırmak için karar vericiler arasındaki çatışmalı çıkarların değerlendirme prosedürünü engelleme riskini en aza indirerek çok kriterli değerlendirmeler yapmak;

2) Teknik bir bakış açısından, kararların çıktılarının, karar vericilerin kendi adına değerlendirmenin yapıldığı değerler sistemi ile tutarlılığını sağlamak.

MACBETH yöntemi, AHP ve benzeri yöntemlerde görülen ikili karşılaştırmaların zorluğunu doğrusal programlama kullanarak ortadan kaldırır. Aynı zamanda duyarlılık analizinde değişen kriter ağırlıklarının etkilerini görselleştirmek mümkündür. M-MACBETH yazılımı, karar vericinin verdiği kriterlerin kriterler ve performans seviyeleri arasındaki yoğunluk ilişkilerini kullanarak alternatif genel puanlarını belirler (Akyüz, G. ve ark., 2018:261).

Bu yöntem çok özellikli değer teorisine dayanmaktadır. Temel olarak, bu etkileşimli teknik, sıralı (niteliksel) ölçülerle ifade edilen bir dizi karar verme kriterine göre alternatiflerin performansını değerlendirmek için kullanılır. Bu teknikte, karar vericinin, önceden tanımlanmış bir semantik yargı ölçeğine dayalı olarak, çekicilik farkları hakkındaki nitel yargularla aynı anda iki uyararı karşılaştırması gerekir. Bu yöntem sadece karar vericinin yargılarının tutarlılığını kontrol etmek için kolaylık sağlamakla kalmaz, aynı zamanda tutarsız oldukları tespit edilirse yargılarda iyileştirmeler önerir. Dahası, doğrusal programlama modellerine dayalı olarak, bu tutarlı yargılar, MACBETH ölçeği olarak tanımlanan uygun bir sayısal ölçeğe dönüştürülür. Ayrıca dikkate alınan alternatiflerin genel çekiciliğini temsil eden ağırlıklı küresel puanlar, alternatifleri sıralamak için ek bir toplama

modeli kullanılarak hesaplanır. Bu yöntem, doğrusal programlama modellerine dayalı algoritma kullanılarak geliştirilen M-MACBETH yazılımı tarafından desteklenir (Karande, P. ve ark., 2013:262).

(Burgazoğlu, 2015) 'de bahsedildiği üzere MACBETH ilk olarak Bana e Costa, Vansnick ve De Corte tarafından 1990'larda önerildi. XI. Uluslararası MCDM Konferansı'nda tanıtıldıktan sonra bu yöntem çeşitli alanlarda uygulanmıştır (Kundakçı, N. ve ark., 2016:383).

Literatürde MACBETH yöntemi ile ilgili araştırmalar incelendiğinde çeşitli alanlarda kullanıldığı görülmektedir: Tesis Yerleşim Planı Belirleme (Karande, P. ve ark., 2014), Tekstil Sektöründe En Uygun Buhar Kazanının Seçimi (Kundakçı, N., 2018), Mutfak Parçaları Endüstrisinde Performans Kriterlerinin Değerlendirilmesi (Cliville, V. ve ark., 2007), Hidrojen Depolama Tesisinde Teknik Performansın Değerlendirmesi (Montignac, F. ve ark., 2009), Tedarikçi Seçimi, Tedarikçi Performans Değerlendirmesi, (Karande, P. ve ark., 2013), (Akyüz, G. ve ark, 2018), (Kayacan, O. ve ark. 2019), (Pereira, T. ve ark., 2019), Yeşil Tedarikçi Seçimi (Gören, H.G., 2018), Otomobil Lastik Endüstrisinde Tersine Lojistikte Çevre Alternatiflerinin Analiz Edilmesi (Dhouib, D., 2014).

MACBETH metodunun adımları aşağıda özetlenmiştir (Kundakçı, N. ve ark., 2016:383):

Adım 1. Karar kriterleri bir değer ağacı şeklinde tanımlanır ve ifade edilir.

Adım 2. (Karande ve Chakraborty, 2013:275-276)'de bahsedildiği üzere her bir kritere göre alternatifler ve bunların sıralı performans seviyeleri tanımlanır. Üst referans (iyi) seviye ve alt referans (nötr) seviye olarak tanımlanması için minimum iki referans seviyesi gereklidir. Üst referans seviyesi 100 puanı gösterirken, alt referans seviyesi MACBETH ölçeğinde 0 puanı gösterir. Ancak 100 puan her zaman en iyi performansı göstermez ve ayrıca 0 puan, bir alternatifin en kötü performansını göstermez.

Adım 3. Alternatifler, nitel performans seviyelerini ölçmek veya nicel performans seviyelerini orantılı MACBETH ölçeğine dönüştürmek için önemlerine göre soldan sağa bir (mxm) matris formunda düzenlenir. Burada "m", o kriter için seçilen alternatiflerin sayısını gösterir. Kriterler için de aynı prosedür uygulanır.

Adım 4. Çekicilik farkına göre kriterler ve alternatifler için ikili karşılaştırmalar yapılır. MACBETH yöntemi, çekiciliğin farkını belirtmek için yedi kategorili bir anlam ölçeği seti kullanır. Bu semantik ölçeklerin eşdeğer sayısal ölçekleri ve anlamları aşağıdaki Tablo 10'da görülebilir:

Tablo 10. MACBETH Metodu Semantik Skalası

Semantik Skala	Numerik Skala Karşılığı	Önem Derecesi
Geçersiz	0	Alternatifler arasındaki farksızlık
Çok Zayıf	1	Bir alternatif, diğerine göre çok zayıf bir şekilde çekici
Zayıf	2	Bir alternatif, diğerine göre zayıf bir şekilde çekici
Orta	3	Bir alternatif, diğerine göre orta derecede çekicidir
Güçlü	4	Bir alternatif, diğerine göre oldukça çekicidir
Çok Güçlü	5	Bir alternatif, diğerine göre çok çekici
Oldukça Güçlü	6	Bir alternatif, diğerine göre son derece çekicidir

Kaynak: Kundakçı, N., Işık, A.T. (2016). Integration of MACBETH and COPRAS methods to select air compressor for a textile company. Decision Science Letters, 5, p.384.

Adım 5. Karar vericilerin yargılarının tutarlılığı kontrol edilir. Yargılamalar tutarsızsa, M-MACBETH yazılımı yargıları tutarlı hale getirmek için olası değişiklikleri önerir.

Adım 6. Tutarlı yargılar, doğrusal programlama modellerine dayalı MACBETH ölçeği olarak tanımlanan uygun bir sayısal ölçeğe dönüştürülür.

Adım 7. Son olarak, dikkate alınan alternatiflerin genel çekiciliğini temsil eden ağırlıklı küresel puanlar, alternatifleri sıralamak için bir ek toplama modeli kullanılarak hesaplanır.

Her bir kriterin görece önem dereceleri ile tüm seçeneklerin birbiri ile karşılaştırmalarını gösteren ve tutarsızlık içermeyen karşılaştırma matrisleri oluşturulduktan sonra doğrusal programlama kullanılarak, her bir kriterin ağırlıkları ve seçenek değerleri elde edilmektedir. Burada kriterlerin ağırlıkları, toplamları “1” olacak şekilde hesaplanmaktadır. Seçenek puanlarının bulunmasında ise en az tercih edilen seçenek sıfıra eşitlenip kullanıcının yargılarını yansıtan ve karar tablolarında belirtilmiş tercihlerin sayısal karşılıkları hesaplanır. Problemin çözümünde kullanılan

lineer programlama modeli aşağıdaki şekilde formüle edilmektedir (Kayacan, O. ve ark., 2019:334):

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Min } \Phi (O_i) \quad (1)$$

Burada $\Phi (O_i)$ en çok tercih edilen kriterin (seçeneğin) puanını göstermektedir:

Değişkenler:

$$\Phi (O_i), i \in \{1, 2, \dots, n\} \quad (2)$$

Burada kriter / seçenek sayısı, n ile gösterilmektedir. Ordinal koşullar, semantik koşullar ve sıfırlama koşulu olmak üzere modelde üç tür kısıt yer almaktadır:

Ordinal Koşullar:

$$\forall O_i, O_j, i, j \in \{1, 2, \dots, n\} : o_i > o_j \Rightarrow \Phi(o_i) \geq \Phi(o_j) + \delta(i, j) \quad (3)$$

$$\forall O_i, O_j, i, j \in \{1, 2, \dots, n\} : o_i = o_j \Rightarrow \Phi(o_i) = \Phi(o_j) \quad (4)$$

$\delta(i, j)$, o_i ve o_j arasındaki tercih edilme düzeyi farklılığını göstermektedir.

Semantik koşullar:

$$\forall O_i, O_j, O_k, O_l, i, j, k, l \in \{1, 2, \dots, n\} : \Phi(o_i) - \Phi(o_j) \geq \Phi(o_k) - \Phi(o_l) + \delta(i, j, k, l) \quad (5)$$

Burada $\delta(i, j, k, l)$, o_i ve o_j arasındaki tercih edilme düzeyi farklılığı o_k ve o_l arasındaki tercih edilme düzeyi farklılığı arasındaki anlamsal kategori sayısını göstermektedir.

Sıfırlama Koşulu:

$$\Phi(o_n) = 0 \quad (6)$$

Son eşitlikteki sıfırlama koşulu en az tercih edilen kriterin puanının “0” ‘a eşitlemekle gerçekleşmektedir. Aralık ölçeği kullanılmakta olan MACBETH yönteminde tercih düzeyi en alt seviyede olan seçeneğin sıfırlanması bir zorunluluktur. Ancak bu koşul kriterlerin ağırlıklarının hesaplamasında kullanılmaz. Bu metotta yukarıda belirtilen tüm adımlar gerçekleştirildikten sonra; bulunan seçenek puanları kriter ağırlıkları ile çarpılarak toplanır. Böylelikle seçenklere ait

genel puanlar hesaplanmış olur. Çıkan sonuca göre bir sıralama yapılır ve en iyi tercih belirlenir (Burgazoğlu, 2018:267).

2.2.10 GAIA Yöntemi (Geometrical Analysis for Interactive Assistance) (Etkileşimli Yardım için Geometrik Analiz)

GAIA düzlemi, bir karar probleminin iki boyutlu bir temsilidir. Karar probleminin eylemler, kriterler ve karar vericinin tercih bilgileri (eşikler ve ağırlıklar) olmak üzere tüm yönlerini içerir (Ishizaka, A., Nemery, P., 2013).

PROMETHEE yöntemi genellikle kanıt sunmak için görsel etkileşimli bir modelleme tekniği olan "GAIA" yöntemi ile entegre edilir: Kriterler arasındaki çatışmalar / yakınsamalar, çözümlerin güçlü / zayıf yönleri, alternatifler arasındaki uyumsuzluk, temel veya yararsız bilgiler ve özellikle en iyi teorik kararlar bu yöntemle görselleştirilir. Böylelikle farklı kriterlere göre alternatiflerin kalitesini açıkça araştırmak da mümkün olabilmektedir (Dulmin, R. ve ark., 2003).

PROMETHEE yöntemleri ve ilgili GAIA görsel modelleme yöntemi, aşağıda bahsi geçen yedi dikkate almak için tasarlanmıştır (Brans, J.P. ve ark., 1994):

1.Gereklilik: Alternatiflerin değerlendirmeleri arasındaki sapmaların genişliği de dikkate alınmalıdır. Bu bilgi verimlilik teorisinde kullanılmaz.

2.Gereklilik: Kriterlerin birimleri farklı olduğundan dolayı; bu farklılıkların değerlendirmeye ortadan kaldırılmalıdır.

3.Gereklilik: İki alternatif a ve b'yi karşılaştırırken, uygun birçok kriterli karar yardım yöntemi aşağıdaki sonuçlardan birine ulaşmalıdır:

- a, b 'ye tercih edilir veya b, a ' ya tercih edilir,
- a ve b farksızdır,
- a ve b kıyaslanamaz.

4.Gereklilik: Çok kriterli problemler matematiksel olarak iyi ifade edilmemiştir. Yöntemin mantığına ve ek bilgi türüne bağlı olarak gerektirdiğinden, farklı sonuçlar elde edilebilir. Bu nedenle, yöntemin karar alıcı tarafından anlaşılabilir olması önemlidir. Aksi takdirde karar verici kendinden emin olmayacak ve yöntemi kabul etmeyecektir.

5. Gereklilik: Uygun bir yöntem, ekonomik önemi olmayan herhangi bir teknik parametre içermemelidir.

6.Gereklilik: Kriterlerin çelişen yönlerinin analizi mevcut olmalıdır. Karar vericinin problemin yapısının iyi anlaşılması için benzer, bağımsız veya zıt tercihleri ifade eden kriterleri tespit etme ve değerlendirme fırsatına sahip olması gerçekten önemlidir.

7. Gereklilik: Son olarak, kriterlerin ağırlıklarının net bir yorumuna sahip olmak da önemlidir.

GAIA karar vericiye birkaç önemli bilgi sağlar (Hayez, Q. ve ark., 2009):

- GAIA düzlemindeki eylemlerin göreceli konumlarına bakıldığında, benzer veya farklı eylemlerin kümeleri gözlemlenebilir.

- Kriterler ayrıca GAIA düzlemindeki eksenlerle de gösterilebilir. Yönergeleri, hangi kriterlerin çelişkili olduğunu ve hangilerinin birbirleriyle uyumlu olduğunu gösterir.

- Eylemlerin ve kriterlerin göreceli konumları, eylemlerin güçlü ve zayıf yönlerinin belirlenmesini sağlar.

- Kriterlere tahsis edilen ağırlıklar, karar çubuğu adı verilen ek bir eksenle temsil edilir. Karar çubuğunun yönü, PROMETHEE II en iyi dereceli eylemlerin GAIA düzleminde nerede bulunduğunu gösterir. Bu, PROMETHEE ve GAIA arasında doğrudan bir bağlantı oluşturur.

Literatürde GAIA ve Fs-GAIA yöntemleri ile ilgili araştırmalar incelendiğinde çeşitli alanlarda kullanıldığı görülmektedir: Tedarikçi seçimi (Dulmin, R. ve ark., 2003), (Roy, S.A. ve ark., 2019), Satın Alma Kararının Verilmesi (Hayez, Q. ve ark., 2009), Çevresel Kirliliğe Etki Eden Faktörler ve Seçili Alanların Bu Faktörler Açısından Sıralanması (Elevli, B. ve ark., 2019).

GAIA yönteminin temel bileşen analizi aşağıda sırasıyla ifade edilmiştir (Brans, J.P. ve ark., 1994):

Bu amaçla, $u'Cu + v'Cv$ ifadesi, u ve v 'ye göre maksimize edilmelidir, burada C , tek yönlü net akışların kovaryans matrisidir Φ_j ($j = 1... k$); u ve v iki boyutlu k vektörüdür. Maksimum değer aşağıdaki gibi kanıtlanabilir:

$$\text{Max}_{u,v} \{u'Cu + v'Cv\} = \sum_{j=1}^k c_{jj} \|\gamma_j\|^2 + 2 \sum_{j=1}^k \sum_{s \neq j} c_{js} (\gamma_j, \gamma_s) \quad (1)$$

$$= n (\lambda_1 + \lambda_2) \quad (2)$$

* c_{jj} , Φ_j 'nin varyansıdır,

* c_{js} , Φ_j ve Φ_s arasındaki kovaryanstır,

• $\|\gamma_j\|$, γ_j 'nin uzunluğudur,

• (γ_j, γ_s) , γ_j ve γ_s arasındaki skaler çarpımdır,

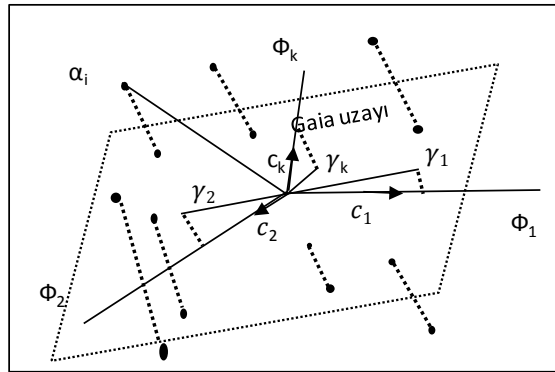
• λ_1 ve λ_2 , C 'nin sırasıyla en büyük ve ikinci en büyük özdeğerleridir,

• u ve v , karşılık gelen birim özvektörleridir.

$$\delta = (\lambda_1 + \lambda_2) / \sum_{j=1}^k \lambda_j \quad (3)$$

Burada λ_j ($j = 1, \dots, k$) C 'nin k özdeğerleridir. C simetrik bir matris olduğundan, tüm λ_j 'ler gerçektir. Temel Bileşenler Analizini kullanarak, görsel tasarım yapılırken mümkün olduğunca az bilginin kaybolduğu bir düzlem tanımlamak mümkündür (Bkz. Şekil 2).

Şekil 2. GAIA Metodu Düzlemi



Kaynak: Brans, J.P. and Mareschal, B. (1994). The Promcalc and GAIA decision support system for multicriteria decision aid. Decision Support System, 12, 304.

2.2.11 MAUT Metodu

Çok Kriterli Karar Verme yöntemi olan MAUT teorisi, Fisburn (1967) ve Keeney (1974) tarafından uygulanmaya başlamıştır. Keeney'den sonra Loken 2007 yılında bu yöntemi geliştirmiştir (Konuşkan, Ö. ve ark.,2014).

MAUT, karar vericinin karmaşık bir sorunu basit bir hiyerarşi biçiminde yapılandırmasına ve risk ve belirsizlik varlığında çok sayıda nicel ve nitel faktörü öznel olarak değerlendirmesine olanak tanır. MAUT'un en büyük gücü, hem deterministik hem de stokastik karar ortamlarıyla başa çıkabilmesidir (Zionts, S., 1992).

MAUT metodu, karar vericinin birden çok hedefi, bu hedefler birbiriyle çelişen özelliklerden oluştuğunda bile ölçmesine ve toplamasına izin verir. Karar vericinin tercihleri, çok özellikli bir fayda fonksiyonu elde etmek için modellenir. Bu işlev, tüm ölçütler veya öznitelikler için yardımcı program işlevlerini toplar. Yani, tüm kriterleri bir sentez fonksiyonu aracılığıyla birleştiren bir analitik fonksiyon elde edilir. Bu işlev için her özel analitik form, karar vericinin tercihlerinin teorisinin temel aksiyomlarıyla ilişkilendirilmesini garanti altına almak için tercihli bağımsızlık koşullarına sahiptir (Almeida, A.T., 2007).

MAUT'un karmaşık probleme uygulanması genellikle aşağıdaki adımları içerir (Min, H., 1994):

- * Kararın amaçları veya hedefleri belirlenir ve sorunun kapsamı tanımlanır.
- * Karar sonucunu etkileyen, sonlu ve ilgili öznitelikler kümesi tanımlanır; bunlar "değer ağacı" adı verilen hiyerarşik bir formda yapılandırılır.
- * Karar vericilerin niteliklerine ilişkin tercih bilgileri açıklanır ve niteliklerin göreceli önemi belirlenir.
- * Özellikler ve fayda puanları arasında işlevsel ilişkiler kurarak karar vericinin fayda işlevi geliştirilir. Bu ilişki belirsiz ise, her bir öznitelik için beklenen fayda puanı, uygun olasılık dağılımları türü kullanılarak belirlenir.
- * Her karar alternatifi için toplam (genel) fayda puanı hesaplanır ve alternatifler toplam fayda puanlarına göre sıralanır.

* Hassasiyet analizleri yapılır.

MAUT yönteminde fayda fonksiyonuna ait çözüm adımlar ve eşitlikler aşağıda (1), (2) ve (3) eşitliklerinde verilmektedir (Ömürbek, N. ve ark., 2016):

Adım 1. Karar verme problemlerine esas olan kriterler (a_n) ve kriterlerin seçilmesinde yardımcı olacak nitelikler/kriterler (x_m) belirlenmelidir.

Adım 2. Her bir özelliğin doğru şekilde değerlendirilmesini sağlayan ve önceliklerin belirlendiği ağırlık değerlerinin (w_j) ataması yapılır. Tüm w_j değerlerinin toplamı eşitlik (1)' deki gibi 1'e eşit olmalıdır.

$$\sum_{j=1}^q w_j = 1 \quad (1)$$

Ağırlıklar, ödünleşmeleri temsil eder, yani bir karar vericinin başka bir ölçüte göre bir birim kazanması için bir ölçüte göre işlem yapmaya hazır olduğu miktarı temsil eder (Ishizaka, A., Nemery, P., 2013).

Adım 3. Her kriterin değer ölçülerinin ataması yapılır. Bu atama nicel kriterler için nicel değerleri olurken nitel kriterler için ikili karşılaştırmalar göz önünde bulundurularak yapılır (x_m).

Adım 4. Atanan her değer karar matrisine yerleştirilerek normalize etme işlemine geçilir. Normalizasyon işlemi yapılırken öncelikle her nitelik için en iyi ve en kötü değerler belirlenerek; en iyi değer 1'e, en kötü değer 0'a atanır ve diğer değerlerin hesaplanması için aşağıdaki eşitlik (2)'deki formül kullanılır:

$$f_j(a_i) = \frac{f_i(a_i) - \min(f_i)}{\max(f_i) - \min(f_i)} \quad (2)$$

$$f_j(a_i) = (f_i(a_i) - \min(f_i)) / (\max(f_i) - \min(f_i)) \quad (2)$$

Adım 5. Bu adımda fayda değerlerinin belirlenmesi işlemine geçilir. Fayda fonksiyonu formülü eşitlik (3)'deki gibidir:

$$U(a_i) = \sum_{j=1}^q f_j(a_i) \cdot w_j \quad (3)$$

$U(a_i)$ = Alternatifin fayda değeri

$f_j(a_i)$ = Her kriter ve her alternatif için normalize fayda değerleri

w_j = Ağırlık değeri

MAUT yöntemi, bir inşaat yeri seçimi, alternatif planlar, bir iş, bir Ar-Ge projesi veya bir yatırım planı kuruluşu gibi çok çeşitli karar verme problemlerine uygulanmıştır. Özellikle, son zamanlarda kapsamı, çevresel bir yönü dikkate alan bir termik santral için bir yer seçmek gibi piyasa (pazar) dışı alanlarda da uygulanmıştır. (Kim, S.K. ve ark., 2007) Ayrıca Literatürde MAUT yöntemi ile ilgili araştırmalar incelendiğinde Tedarikçi seçimi (Min, H., 1994), Web servis seçimi (Seo, Y.J. ve ark., 2005), Reaktör'deki termal kolon için en iyi senaryoyu seçme ve hizmetten çıkarma uygulaması (Kim, S.K. ve ark., 2009).

Çok özellikli fayda teorisi (MAUT) yöntemi, satın alma uzmanlarının uygun kaynak bulma stratejileri formüle etmelerini sağlama ve birden çok çelişen özneliği yönetme yeteneğine sahip olma avantajına sahiptir. Ancak bu yöntem yalnızca ortamın daha karmaşık ve riskli olduğu uluslararası tedarikçi seçimi için kullanılmaktadır (Tahriri, F. ve ark., 2008).

Çok özellikli fayda teorisi (MAUT), herhangi bir kriterdeki herhangi bir farkı hesaba katar ve tüm alternatiflerin tamamen tercih sırasını eşzamanlı olarak sağlayabilir. Değerlerdeki herhangi bir değişikliğin etkileri duyarlılık analizi ile ortaya çıkarılabilir. Ancak, fayda fonksiyonlarının karar vericilerin tercihini tam olarak temsil edecek şekilde türetilmesi zordur (Wang, M. ve ark., 2010).

MAUT, olası her sonuca bir fayda atayarak ve mümkün olan en iyi faydayı hesaplayarak belirli bir problemdeki en iyi eylem tarzına karar verebilen beklenen bir fayda teorisidir (Konidari ve Mavrakis, 2007).

MAUT'un avantajlarından en önemlisi belirsizliği hesaba katmasıdır. Kapsamı geniştir ve yöntemin her aşamasında, her sonuca ait tercihler açıklanabilir ve birleştirebilir. Bu yöntemde doğruluk miktarı oldukça kullanışlı olsa da birçok olası dezavantaja da yol açabilir. Karar vericinin tercihlerini doğru bir şekilde kaydetmek için prosedürün her adımında fazla miktarda girdi gereklidir ve bu da bu yöntemi son derece veri yoğun hale getirir. Bu düzeyde girdi ve veri miktarı, her karar verme problemi için mevcut olmayabilir. Karar vericilerin tercihlerinin kesin olması ve sonuçların her birine belirli ağırlıkların verilmesi gerekir ki bu da her seviyede daha güçlü kabuller yapılmasını gerektirir. Bunun tam olarak uygulanması zor olabilir ve nispeten öznel olabilir. MAUT'un genel uygulamaları, büyük ölçüde

belirsizliği hesaba katma yeteneği olan büyük gücüne dayanır (Velasquez, M. ve ark., 2013).

2.2.12 UTA ve UTADIS Metodları

UTA yöntemi, çeşitli uygulamalar için geliştirilmiş ve genişletilerek bir UTA yöntemleri ailesi ortaya çıkmıştır. Siskos ve Yannacopoulos (1985) tarafından sunulan UTASTAR yöntemi, UTA yönteminin değiştirilmiş bir versiyonudur. UTASTAR modelinin birçok durumda UTA yönteminin diğer varyasyonlarından daha iyi sonuçlar verdiğini göstermiştir (Eydi, A. ve ark. 2019).

UTA yöntemleri, MAUT metodunun temelini esas alarak; tercih ayrıştırma ilkesini benimseyen bir dizi değer veya fayda fonksiyonunu değerlendirme felsefesine atıfta bulunur. UTA metodolojisi, katma değeri / fayda fonksiyonlarını en iyi şekilde çıkarmak için doğrusal programlama tekniklerini kullanır, böylece bu fonksiyonlar, küresel karar vericinin tercihleriyle mümkün olduğunca tutarlıdır (Greco ve ark., 2016:315).

2.2.12.1 UTA Metodu

Jacquet-Lagrèze ve Siskos tarafından 1982 yılında önerilen UTA (Utilités Additives) yöntemi (Jacquet, E.ve ark., 1982:151-164), doğrusal programlama kullanan bir dizi örnek karardan ek bir fayda fonksiyonu çıkarmayı amaçlar. Ancak, UTA yöntemi, mevcut bilgilerle tutarlı bir fayda fonksiyonu bulmayı garanti etmez. Bu dezavantaj, UTA'nın temelindeki fayda modelinden kaynaklanmaktadır. Bu yöntemde kriterler arası etkileşim gibi ek bilgilerin dahil edilmesine izin verilmez (Angilella, S. ve ark.,2004:734).

UTA, güçlü matematiksel temeli olan basit ve sistematik bir yaklaşım olsa da, karar vericilere en uygun eylem planını belirlemede rehberlik ederken kriter ağırlıklarını dikkate almaz. Ancak, bir karar verme probleminin nihai sonucu üzerinde kriter ağırlıklarının önemli bir rol oynadığı görülmektedir (Karande, P. ve ark., 2015:3).

Bu yöntemi daha ileri düzeyde doğrulamak için, optimum fayda fonksiyonları belirlendikten sonra bir duyarlılık analizi yapılmaktadır. Ayrıca bu yöntem ile karar vericiden gelen minimum düzeydeki bilgilere dayanarak fayda fonksiyonunu tahmin

edebilir ve sorunu bağımlı kriterler ile çözülebilmektedir. (Beuthe ve Scannella 2001:246). Karmaşık hesaplamalar, bu yöntemin bir dezavantajı olarak ifade edilebilir (Eydi, A. ve ark. 2019:11).

UTA yöntemlerinin ana özelliği, bireysel tercihleri tüm katılımcı paydaşlarla interaktif bir şekilde analiz etme ve problem durumu hakkındaki bilgileri zenginleştirme kabiliyetidir. Bu metodolojide tercih yapılarını etkileşimli olarak ortaya çıkarma amaçlanmakta olup; bireysel tercihlerin esnek bir şekilde bir araya getirilmesine ve analiz edilmesine izin verilirken, küçük grup karar verme sorunlarının ele alınmasına yeni bakış açıları sağlanmaktadır. UTA yönteminin bu interaktif doğası, katılımcı paydaşlar arasında yüksek düzeyde tutarsızlıklarla grup karar problemlerini ele alma ve yapılabildiği ölçüde katılımcıları bir araya getirme fırsatlarından yararlanma avantajları sağlamaktadır (Spyrikados, A. ve ark., 2018:70).

Literatürde UTA yöntemi ile ilgili araştırmalar incelendiğinde çeşitli alanlarda kullanıldığı görülmektedir: Seçim problemi (Jacquet, E.ve ark., 1982), Yol yatırım projelerinin sınıflandırılması (Beuthe, M. ve ark., 1996), Risk değerlendirmesi (Siskos, J., 1987).

UTA yönteminin uygulama adımları aşağıda formülleri ile ifade edilmektedir (Siskos, Y. ve ark., 2005:302-304) (Sarul, 2018:283-285):

*Öncelikle toplamsal değer fonksiyonu aşağıdaki eşitlikte hesaplanır:

$$u(g) = \sum_{i=1}^n u_i(g_i) \quad (1)$$

Burada normalleştirme işlemi aşağıdaki kısıtlara göre yapılmaktadır:

$$\sum_{i=1}^n u_i(g_i^*) = 1 \quad (2)$$

$$u_i(g_i^*)=0 \quad \forall i=1,2,\dots,n$$

UTA yönteminde her bir alternatifin fayda değeri aşağıdaki ifade ile hesaplanmaktadır:

$$u' [g(a)] = \sum_{i=1}^n u_i [g_i(a)] + \sigma(a) \quad \forall a \in A_R \quad (3)$$

Yukarıdaki eşitlikte $\sigma(a)$, $u'[g(a)]$ fayda değerinin potansiyel hata payını göstermektedir.

Jacquet-Lagrèze ve Siskos (1982:154-155)'un çalışmasında bahsedildiği üzere, karşılık gelen marjinal değer fonksiyonlarını parça parça doğrusal bir biçimde tahmin etmek için doğrusal interpolasyon kullanımı önerilmektedir. Her kriter için aralık eşit aralıklarla $(\alpha-1)$ kesilir ve g_i^j bitiş noktası (en son nokta) aşağıdaki formülle verilir:

$$g_i^j = g_i^* + (j-1)/(\alpha_i - 1) (g_i^* - g_i^*) \quad \forall j=1,2,\dots, \alpha_i \quad (4)$$

Her bir alternatifin marjinal değeri, doğrusal interpolasyon ile yaklaşık olarak belirlenir. $a \in A_R$ olmak üzere $g_i(a) \in [g_i^j, g_i^{j+1}]$ için marjinal değer aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$u_i [g_i(a)] = u_i(g_i^j) + (g_i(a) - g_i^j)/(g_i^{j+1} - g_i^j) [u_i(g_i^{j+1}) - u_i(g_i^j)] \quad (5)$$

Karar vericilerin tercihlerine göre referans alınan alternatifler, en iyiden en kötüye göre sıralanır:

$$A_R = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$$

Bu yöntemle göre belirlenen kısıtlar ve amaç fonksiyonu aşağıda sırasıyla belirtilmiştir:

Kısıtlar:

*Tercih edilme kısıtı:

$$aPb \Leftrightarrow \sum_{i=1}^n \{u_i(g_i(a)) - u_i(g_i(b))\} + \sigma(a) - \sigma(b) \geq \delta \quad (6)$$

*Tarafsız olma kısıtı:

$$alb \Leftrightarrow \sum_{i=1}^n \{u_i(g_i(a)) - u_i(g_i(b))\} + \sigma(a) - \sigma(b) = 0 \quad (7)$$

*Monotonluk kısıtı:

$$u_i(g_i^{j+1}) - u_i(g_i^j) \geq s_i, \quad j=1,\dots,\alpha_i, \quad i=1,\dots,n \quad (8)$$

*Normalleştirme fonksiyonu:

$$\sum_{i=1}^n u_i (g_i^*) = 1 \quad (2)$$

Amaç Fonksiyonu:

$$G_{\min} = \sum_{a \in AR} \sigma(a) \quad (9)$$

2.2.12.2 UTADIS Metodu

UTA yönteminin bir varyantı olan UTADIS (Utilités Additives DIScriminantes) yöntemi, tercih ayırma yaklaşımına dayalı olarak, bir dizi ek fayda fonksiyonunu ve yardımcı program profillerini, sıralama problemlerinde önceden tanımlanmış sınıflar arasındaki yanlış sınıflandırma hatasını en aza indirmek için doğrusal programlama tekniklerini kullanarak tahmin eder (Zopounidis, C. ve ark., 1999:197).

UTADIS Yöntemi ilk olarak (J. Devaud, 1980) tarafından tanıtılmış ve daha sonra Doumpos ve Zopounidis tarafından 90'ların sonlarından itibaren yaygın olarak geliştirilmiştir (Laghrabli, S. ve ark., 2016:2).

Bu yöntem aşağıda belirtildiği gibi çok kullanışlıdır (Dimitras, A.I., 2002:96-97):

*İstatistiksel hipotezler ve kısıtlamalar içermez,

*Karar vericilerin bilgi ve tercihlerini karar analiz sürecine ve modellemesine dahil edebilir,

*Nicel veya nitel kriterleri ve bunların kombinasyonunu kullanabilir,

*Karar sürecinin dinamik doğası ve karar vericinin tercihlerindeki değişiklikler dikkate alınarak kolayca gözden geçirilebilir.

Literatürde UTADIS yöntemi ile ilgili araştırmalar incelendiğinde çeşitli alanlarda kullanıldığı görülmektedir: İşletmelerin iflas riskinin değerlendirilmesi ve iş başarısızlığı tahminin yapılması (Zopounidis, C. ve ark., 1999), Enerji kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılması (Diakoulaki, D., 1999), Finansal

performansın değerlendirmesi (Voulgaris, F. ve ark., 2000), Menkul Kıymetler borsasında Şirketlerin değerlendirilmesi (Dimitras, A.I., 2002).

UTADIS yönteminde kullanılan tanım ve formüller aşağıda sırasıyla verilmiştir (Diakoulaki, D., 1999:159-160):

$A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ kümesi n alternatifler kümesi; g_1, g_2, \dots, g_m (istikrarlı) kriterlerinin değerlendirme aralığı olsun. $k=1,2,\dots,q$ olmak üzere; incelenen alternatifler karar verici tarafından C_1, C_2, \dots, C_q Şeklinde sınıflara ayrılır. (Burada C_k, C_{k+1} 'e tercih edilir.)

Alternatiflerin orijinal sınıflarında sıralanması için UTADIS yöntemi ile geliştirilen Toplam Fayda Modeli aşağıdaki formülle ifade edilmektedir:

$$U(a) = \sum_{i=1}^m u_i [g_i(a)] \quad (1)$$

Burada $U(a)$, bir a alternatifinin ($a \in A$ kümesi olmak üzere) global faydasıdır. $u_i[g_i(a)]$ değeri, bir a alternatifinin marjinal faydasıdır. Alternatifleri orijinal sınıflarında sınıflandırmak için, u_1, u_2, \dots, u_{q-1} fayda eŐiklerini tahmin etmek gerekir (eşik u_k, C_k ve $C_{k+1}, \forall k \leq q-1$ sınıflarını birbirinden ayırır). Bir a alternatifinin küresel faydaları ile fayda eŐikleri karşılaştırılarak, bu alternatifin sınıflandırması aşağıdaki ilişkiler kullanılarak elde edilir:

$$\left. \begin{array}{l} U(a) \geq u_1 \Rightarrow a \in C_1 \\ u_2 \leq U(a) < u_1 \Rightarrow a \in C_2 \\ \dots\dots\dots \\ u_k \leq U(a) < u_{k-1} \Rightarrow a \in C_k \\ \dots\dots\dots \\ U(a) < u_{q-1} \Rightarrow a \in C_q \end{array} \right\} \quad (2)$$

Küresel faydalı modelinin (toplam fayda fonksiyonu) ve fayda eŐiklerinin tahminleri, aşağıdaki doğrusal programın czm ile gerekleŐtirilir:

$$\text{Minimize } F = \sum_{a \in C_1} \sigma^+(a) + \dots + \sum_{a \in C_k} [\sigma^+(a) + \sigma^-(a)] + \dots + \sum_{a \in C_q} \sigma^-(a) \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^m u_i [g_i(a)] - u_1 + \sigma^+(a) \geq 0 \quad \forall a \in C_1 \quad (4)$$

$$\left. \begin{array}{l} \sum_{i=1}^m u_i [g_i(a)] - u_{k-1} - \sigma^-(a) \leq -\delta \\ \sum_{i=1}^m u_i [g_i(a)] - u_k + \sigma^+(a) \geq 0 \end{array} \right\} \forall a \in C_k \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^m u_i [g_i(a)] - u_{q-1} - \sigma^-(a) \leq -\delta \quad \forall a \in C_q \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^{a_i-1} w_{ij} = 1 \quad (7)$$

$$u_{k-1} - u_k \geq s, \quad k=2,3, \dots, q-1 \quad (8)$$

$$w_{ij} \geq 0, \sigma^+(a) \geq 0, \sigma^-(a) \geq 0 \quad (9)$$

Burada a_i , g_i kriterinin değer aralığının bölündüğü alt aralıkların $[g_i^j, g_i^{j+1}]$ sayısıdır; $w_{ij} = u_i(g_i^{j+1}) - u_i(g_i^j)$ eşitliği, g_i 'nin birbirini izleyen iki değerinin (g_i^j ve g_i^{j+1}) ($w_{ij} \geq 0$) marjinal faydaları arasındaki farktır; δ değeri ($\delta > 0$ olmak üzere), $U(a) < u_{k-1}$, ($\forall a \in C_k$), ($2 \leq k \leq q-1$) koşullarını sağlamak için kullanılan bir eşittir, s değeri, ($u_{k-1} > u_k$), ($s > \delta > 0$) olmak üzere; $\sigma^+(a)$ ve $\sigma^-(a)$ sınıflandırma hatalarını (sırasıyla aşırı tahmin ve eksik tahmin hataları) sağlamak için kullanılan bir eşittir.

2.2.13 DEMATEL Metodu

Tzeng ve Huang (2011) 'de bahsedildiği üzere Karar Verme Deneme ve Değerlendirme Laboratuvarı (DEMATEL) yöntemi, Battelle Memorial Enstitüsü'nün Bilim ve İnsan İşleri Programı tarafından 1972-1976 yılları arasında Cenevre Araştırma Merkezi aracılığıyla geliştirilmiştir (Senvar ve ark., 2014:147).

DEMATEL metodu (Decision Making Trial and Evaluation Laboratory) Gabus ve Fontela tarafından 1973 ve 1976 yıllarında yatırım yapma karmaşık ve iç içe geçmiş problemleri grup yardımıyla karar verme yönteminde yaygın olarak uygulanmıştır (Lin ve ark, 2016:135) (Wu ve ark. 2007:500).

Ayrıca DEMATEL tekniği, E-Öğrenme Değerlendirmesi (Tzeng ve ark., 2007), Strateji veya Politika Analizleri (Huang ve ark., 2007; Hsu ve ark. ., 2007;

Wei ve ark., 2010), Ölçüm Değerlendirme (Liou ve ark., 2008), Hastane Hizmet Kalitesi, Sağlık (Jiunn-I ve ark., 2010), (Sarı, K., 2018), (Mahmoudi ve ark. 2019), Karar Verme (Michnik, 2013), Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimi (Ren ve diğerleri, 2013; Liang ve diğerleri, 2016), Makine Teçhizat Seçimi (Organ, A., 2013), (Kabadayı, N., Dağ, S.2017), Otomotiv Endüstrisi (RPN Hata Analizi) (Seyed-Hosseini, S.M., 2006), Yöneticilerin Değerlendirilmesi, Personel Seçimi (Wu, W.W. ve ark., 2007) (Aksakal, E. ve ark. 2010), Tedarikçi Seçimi (Davood, G., 2012), (Koç, E., 2019), (Chang, B. ve ark. 2011), Eğitim (Altınırnak, S. ve ark., 2017), Yönetim Sistemlerinin Seçimi (Tsai, W.H., Chou, W.C., 2009), Telekomünikasyon (Oralhan, B., 2019) ve Gıda Sektörü (Şeker Fabrikalarının Performans Değerlendirmesi) (Ömürbek, N. ve ark. 2016) gibi alanlarda uygulanmıştır.

DEMATEL yöntemi, mantıksal ilişkilerin ve sistematik ölçütler arasındaki doğrudan etki ilişkilerinin analizini elde etmek için matematiksel teknikleri benimsemiştir (Lin ve ark, 2016:135).

DEMATEL yöntemi, Bai ve Sarkiste bahsedildiği üzere faktörler seti arasında diyagramlar ve matrisler yardımıyla nedensel ilişkileri ortaya koyan yapısal bir model analizidir. Bu yöntemde; kriterler arasındaki ilişkiler diyagramlar ve matrislerle tanımlanmaktadır. Bu sayede ilişkiler arasında kantitatif tanımlamalar yapılarak ilişkiler arasındaki güç ortaya konmaktadır (Bai ve Sarkis, 2013: 285).

DEMATEL, karşılıklı etkilenebilir ve etkili elemanların ilişkilerini keşfetmek için bir grafik teorisi kullanır. Ek olarak, bu yöntemde, her bir ögenin önemi ve ağırlığı, yukarı ve aşağı akış gibi tüm faktörlerden etkilenir (Herat et al. 2012:630).

DEMATEL metodunda, performansı iyileştirmek ve SCM tedarikçi seçiminde karar verme bilgisi sağlamak için anahtar faktör kriterleri bulmak amacıyla tedarikçi performansını değerlendirir. DEMATEL yönteminin avantajı, tedarikçi seçimindeki tüm faktörlerin arasındaki ilişkiyi ortaya çıkarma yeteneğinden kaynaklanmaktadır. Bu çalışmada DEMATEL tekniğini kullanarak kriterler arasında doğrudan ve dolaylı etki elde etmekte ve tedarikçi seçim faktörleri arasındaki nedensel ilişki ve gücü hesaplanmaktadır. DEMATEL tekniği büyük miktarda veriye

ihtiyaç duymaması nedeniyle tercih edilmektedir (Chang, B., ve ark. 2011:1851-1852).

DEMATEL yöntemini uygulamak için aşağıdaki adımlar takip edilebilir (Senvar, 2014:147 tarafından Tzeng ve Huang 2011; Hung 2011; Herat ve diğ. 2012; Tuzkaya ve diğ. 2012):

Adım 1. Direk ilişki matrisinin hesaplanması

Her i faktörü/kriteri ile her j faktörü/kriteri arasındaki ikili karşılaştırmalar, sırasıyla hiçbir etkisi olmayan, düşük etkisi olan, orta etkisi olan, yüksek etkisi olan ve çok yüksek etkisi olan, 0 ile 4 arasında bir tam sayı verilerek yapılmalıdır. Daha sonra, X_{ij} tarafından belirtilen direk ilişki ($n \times n$) matrisi oluşturulur ve bu ise, kriter i'nin kriter j üzerindeki etkisini gösterir.

Adım 2. Normalleştirilmiş direk ilişkili matrisin hesaplanması.

Normalleştirilmiş direk ilişki matrisi X, direk ilişki matrisi normalleştirilerek hesaplanabilir:

$$Y = k \cdot X$$

Burada

$$k = \min \left(\frac{1}{\max_{1 < i < n} (\sum_{i=1}^n X_{ij})}, \frac{1}{\max_{1 < j < n} (\sum_{j=1}^n X_{ij})} \right) \quad i, j = 1, 2, \dots, n$$

Direk ilişki matrisinde, diyagonal sıfıra atanır.

Adım 3. Toplam-ilişki matrisinin hesaplanması

Her bir faktörün doğrudan ve dolaylı etki dizisi olan (sonsuz) toplam ilişki matrisi T, bu formülle hesaplanabilir:

$$\tilde{T} = \tilde{X} + \tilde{X}^2 + \tilde{X}^3 + \dots = \sum_{i=1}^{\infty} \tilde{X}^i = \tilde{X}(I - \tilde{X})^{-1}$$

I (birim) matrisi yukarıdaki ifadede gösterilmektedir.

Adım 4. D ve R değerlerinin elde edilmesi.

$$T = \begin{pmatrix} t_{ij} \end{pmatrix}_{n \times n} \quad i, j = 1, 2, \dots, n$$

$$R = \begin{pmatrix} R_i \end{pmatrix}_{n \times 1} = \left(\sum_{j=1}^n t_{ij} \right)$$

yukarıdaki ifade, T matrisinin satır toplamını temsil eder ve 1'den küçüktür.

$$D = \begin{pmatrix} D_j \end{pmatrix}_{1 \times n} = \left(\sum_{i=1}^n t_{ij} \right)$$

yukarıdaki ifade T matrisinin sütun toplamını temsil eder ve 1'den küçüktür.

Adım 5. Bir eşik değerinin ayarlanması ve etki-digraph diyagramı elde edilmesi.

Tzeng ve Huang (2011) ve Hung (2011)'de belirtildiği üzere kriterler arasındaki yapısal ilişkiyi belirlemek için etki yönlü graph diyagramı (Etki-digraph diyagramı) elde edilmelidir. Bu diyagram, sistemin karmaşıklığını azaltmaya yardımcı olur. Ayrıca, uzmanlar veya karar vericiler tarafından bir eşik değeri atanmalıdır. Bu eşik değerden daha yüksek değerler seçilir ve Impact-digraph haritasına dahil edilir. Daha düşük değerler elimine edilir (Senvar, 2014:149).

Eşik değeri çok düşük olduğunda, etki yönlü graph haritasına birçok öge dahil edilir. Bu sonuç karmaşık bir haritaya neden olur ve temel bilgiler ayırt edilemez. Eşik değeri çok yüksek olduğunda, haritada birçok faktör gösterilmez. Bu nedenle, DEMATEL yöntemini etkin bir şekilde uygulamak için uygun bir eşik değerinin belirlenmesi hayati önem taşır (Senvar, 2014:149).

2.2.13.1 Bulanık (Fuzzy) DEMATEL Metodu

Bulanık teori, farklı dilsel değişkenlerle başa çıkmak için üyelik işlevi kavramını ortaya koymaktadır (Zadeh, 1965:49). İnsanların düşünceleri, çıkarımları ve algıları açısından belli bir derecede bulanıklık vardır. Bulanık Teori, ortamdaki belirsiz veya bulanık verileri çözmeyi amaçlamaktadır. Bir ögenin net bir küme (1 veya 0) ait olup olmadığını tanımlayan geleneksel "Boolean mantığından" farklı

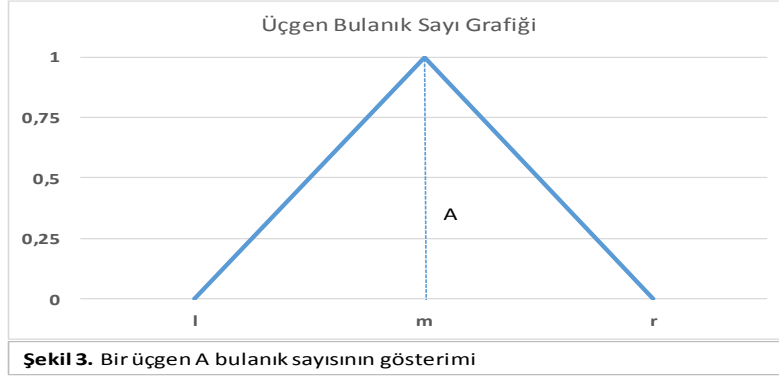
olarak, bulanık bir küme bir üyelik işlevine ait olma derecesini tanımlar. “Crisp (Keskin) set” teorisine göre, coğrafi sınıflar arasında ani bir sınırın var olduğu varsayılmaktadır. Coğrafi bir varlık tamamen bir sınıfa aittir ve diğer sınıflardan tamamen çıkarılmıştır. Bir varlığın sınıflara dahil edilmesi veya hariç tutulması genellikle seçilen bazı kriterlere dayanır (Chang, B., ve ark. 2011:1852).

Bulanık küme teorisi, doğası gereği belirsiz ve istatistiksel olmayan belirsizlik veya kesinsizlik kaynakları ile ilgilenir (Chang, B., ve ark. 2011:1852). Örneğin, geleneksel bir set, sınıftaki tüm uzun boylu insanları içerebilir. Bu, 180 cm'nin üzerindeki tüm kişilerin uzun boylu olarak sınıflandırıldığı ve 180 cm'nin altındaki kişilerin olmadığı bir ikili ile sonuçlanır. Bulanık küme teorisi bunun yerine uzun kümeye üyelik dereceleri atayacaktır. 173 cm olan bir kişiye 0,96 derecelik üyelik atanabilir. Bu örnekteki bulanık küme teorisi bir kümeye daha anlamlı üyeliğe izin verir (Chang, B., ve ark. 2011:1852). Bulanık küme teorisinin klasik mantıkla yakından bağlantılı olma avantajı vardır, ancak birçok durumda üyeliğin nasıl atanacağını belirlemek zordur (Duckham ve ark, 2001:92).

Son zamanlarda, bulanık küme teorisi, topolojinin haritalama birimlerinin belirsiz geometrik yönlerini modellemek için kullanılmıştır (Chang, B., ve ark. 2011:1852).

Bulanık (belirsiz) ortamlarda karmaşık faktörleri bölümlere ayırmak ve karar vermek çok güçtür. DEMATEL, karmaşık kriterler arasındaki etki ilişkisini analiz etmek için yapısal bir model oluşturmak ve analiz etmek için genişletilmiş bir yöntemdir (Wu ve Lee 2007:505).

Bulanık küme teorisi, gerçek dünyadaki dilsel değişken problemlerle ilgilenir. Üçgen bulanık bir A sayısı bir üçlü (l, m, r) olarak gösterilir ve üyelik fonksiyonu μ_A , aşağıdaki Şekil 3'de gösterilmektedir:



Şekil 3. Bir Üçgen A Bulanık Sayısının Gösterimi

Kaynak: Chang, B., Chang, C.W., Wu C.H. (2011). Fuzzy DEMATEL method for developing supplier selection criteria, Expert Systems with Applications 38, 1853.

Farklı projeleri değerlendirirken, projedeki farklı özelliklerden duyulan memnuniyet genellikle belirli bir ölçüye yerleştirilir. Açık ve kesin bir sayı ile ifade edersek, gerçeği yansıtması daha az olasıdır. Bu nedenle, bulanık prensip değerlendirmesinde, memnuniyet derecesini göstermek için bulanık sayılar kullanılmaktadır (Chang, B., ve ark. 2011:1853).

Bulanık dilsel değişkenler insan dillerinin bir parçasıdır. İnsan yanıtıyla uğraşırken bulanık sayılar kullanılır. Centroid (Ağırlık Merkezi, COA) yöntemi, bulanıklaştırmada yaygın olarak kullanılmaktadır (Chang, B., ve ark. 2011:1853).

Karar verme sistemlerinde, insanlar genellikle deneyimlerine ve uzmanlıklarına göre karar verirler. Geleneksel DEMATEL metodu, belirsiz ortamlarda grup veya çok ölçütlü karar verme konusunda etkili veya uygun olmayabilir. Bu nedenle, bulanık teoriyi kapsayan genişletilmiş bir Bulanık DEMATEL yöntemi oluşturulması gerekmektedir. Bunun için karar vericilerin tercihleri bulanık dilbilimsel ölçeğin önündeki bulanık sayılara uygulanır (Lin ve ark., 2016:135).

Bulanık DEMATEL metodun uygulama adımları literatürde farklı şekillerde yapıldığı gözlenmiştir. Kullanılan 2 farklı uygulama adımı aşağıda sırasıyla verilmiştir (a ve b):

a. Bulanık DEMATEL Metodu Uygulama Adımları (Birinci Metod)

(Organ, 2013:161-163)' de bahsedildiği üzere ilk uygulama metodu adımları aşağıda verilmektedir:

Adım 1. Kriterlerin belirlenmesi ve bulanık skalanın oluşturulması

Bu adımda kriterler belirlenir. Bu kriterlerin birbirleri ile etkileşimlerini yani etkileyen ve etkilenen faktörlerin bulunabilmesi için uzmanlar tarafından değerlendirme sonuçları alınır. Bu çalışmada bir faktörün diğer faktörü ne derecede etkilediğini bulmak oldukça zor olduğundan dolayı bulanık skaladan faydalanılır. Bu skalada bir faktörün diğer bir faktörü etkilemesi, dilsel ifade olarak düşünülmüş ve Etkisiz, Düşük Etkili, Orta Etkili, Yüksek Etkili, Çok Yüksek Etkili olarak beş dilsel terimle ifade edilmiştir. Ayrıca bu dilsel ifadeler üçgen bulanık sayılarla gösterilmiştir. Bu skala bulanık dilsel ölçek tablosunda gösterilmiştir (Tablo 11):

Tablo 11. Bulanık Dilsel Ölçek

Dilsel İfadeler	Bulanık Karşılıkları		
Çok Az	0,00	0,00	0,25
Az	0,00	0,25	0,50
Normal	0,25	0,50	0,75
Fazla	0,50	0,75	1,00
Çok Fazla	0,75	1,00	1,00

Kaynak: Feng, G.C., Ma, F. (2020). Identification of the factors that influence service innovation in manufacturing enterprises by using the fuzzy DEMATEL method. Journal of Cleaner Production, p. 10.

Adım 2. Direk ilişki matrisinin oluşturulması

Kriterler $\{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ arasındaki ilişkilerin düzeyini ölçmek için her bir uzman tarafından dilsel ifadeler ile ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur. Karar grubunun p tane uzmandan oluştuğu kabul edilirse p tane karar matrisi elde edilir. Bulanık karar matrisi \tilde{z} ile ifade edilir.

$\tilde{z}_{ij} = (l_{ij}, n_{ij}, u_{ij})$ üçgen bulanık sayısı dilsel bir terim olup, i.faktörün j.faktörü etkileme düzeyini göstermektedir.

Adım 3. Normalleştirilmiş direk ilişki matrisinin oluşturulması

Önce normalleştirilmiş ilişki matrisi aşağıdaki 1 ve 2 numaralı eşitlikler yardımıyla bulunur.

Eşitliklerde yer alan ifadelerde “l” üçgensel bulanık sayılardan ilki, “n” üçgen bulanık sayılardan ikincisi ve “u” üçgen bulanık sayılardan sonuncusudur.

$$\tilde{X}_{ij}^{(k)} = \frac{\tilde{Z}_{ij}^{(k)}}{r^{(k)}} = \left(\frac{\tilde{l}_{ij}^{(k)}}{r^{(k)}}, \frac{\tilde{n}_{ij}^{(k)}}{r^{(k)}}, \frac{\tilde{u}_{ij}^{(k)}}{r^{(k)}} \right) \quad \text{Eşitlik 1}$$

Eşitlik 2 de tüm “u” lar toplanır ve her sütun için bir değer bulunur. Bu değerlerin en büyüğü “r” değerini vermektedir.

$$r^{(k)} = \max_{1 < i < n} \left(\sum_{j=1}^n u_{ij}^{(k)} \right) \quad \text{Eşitlik 2}$$

Daha sonra tüm matris “r” ye bölünür. Böylece normalleştirilmiş direk ilişki matrisi bulunur. Normalleştirilmiş direk ilişki matrisi \tilde{X} ile gösterilir.

$$\tilde{X} = \begin{bmatrix} \tilde{X}_{11} & \tilde{X}_{12} & \dots & \tilde{X}_{1n} \\ \tilde{X}_{21} & \tilde{X}_{22} & \dots & \tilde{X}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \tilde{X}_{n1} & \tilde{X}_{n2} & \dots & \tilde{X}_{nn} \end{bmatrix}$$

Adım 4. Toplam ilişki matrisi

Normalleştirilmiş ilişki matrisi elde edildikten sonra Eşitlik 3. kullanılarak toplam ilişki matrisi oluşturulmaktadır.

$$T = X + X^2 + X^3 + \dots = \sum_{i=1}^{\infty} X^i = X(I-X)^{-1} \quad \text{Eşitlik 3}$$

Üçgen bulanık sayılardan ilki yani “l”, ikincisi “m” ayrı bir matris ve sonuncusu “u” ayrı bir matris olarak 3 matris yapılır. Bu üç matris öncesi birim matristen çıkarılır; sonra çıkarılan matrisin tersi alınır ve matrisin ilk hali ile çarpılır. Sonra bulunan tüm sonuçlar birleştirilir ve üçgen bulanık sayılardan oluşan; “T[~]” ile gösterilen tek bir toplam ilişki matrisi elde edilir.

$$\tilde{T} = \begin{bmatrix} \sim & \sim & \dots & \sim \\ T_{11} & T_{12} & \dots & T_{1n} \\ \sim & \sim & \dots & \sim \\ T_{21} & T_{22} & \dots & T_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sim & \sim & \dots & \sim \\ T_{n1} & T_{n2} & \dots & T_{nn} \end{bmatrix}$$

Organ (2013)’de bahsedildiği üzere \tilde{T} matrisi elde edildikten sonra sütun elemanlarının toplamı D^{\sim} ve satır elemanlarının toplamı R^{\sim} olmak üzere; $(D_i^{\sim} + R_i^{\sim})$ ile $(D_i^{\sim} - R_i^{\sim})$ değerleri hesaplanır.

Adım 5. Gönderici ve alıcı grupların belirlenmesi

Burada R_i ve D_i vektörleri sırasıyla satır ve sütunların toplamını gösterir. Sırasıyla tüm satır ve sütunların toplamaları alınır. Hesaplanan bu değerleri kullanarak gönderici ve alıcı gruplarının belirlenmesi sağlanır. $(D_i + R_i)$ eşitliği; seçilen kriterin etki gücü derecesini vermektedir. $(D_i - R_i)$ eşitliği ise etkileme derecesini göstermektedir. Bu eşitlikte pozitif bir faktör, diğer faktörleri etkilediği anlamına gelirken, negatif olan faktör ise başkaları tarafından etkilendiğini gösterir (Mahmoudi ve ark., 2019:5).

Neden grubu faktörleri açısından yüksek performanslar elde etmek istiyorsak, neden grubu faktörlerini önceden kontrol etmek ve bunlara çok dikkat etmek gerekmektedir. Bunun nedeni, neden grubu faktörlerinin anlamını ifade ederken, neden grubu faktörlerinin etkilenen (sonuç) faktörlerin anlamını ifade etmeleridir

(Wu, W.W ve ark., 2007:505). Hori ve Shimizu, (1999)'de bahsedildiği üzere, neden grubu faktörlerinin taşınması zordur, ancak etki grubu faktörleri kolaylıkla hareket ettirilir (Wu, W.W ve ark., 2007:505).

Kriterlerin ilişkilerinin yönünü ve derecesini belirleyen $(D_i^{def} + R_i^{def})$ ve $(D_i^{def} - R_i^{def})$ ifadeleri Tablo 12.'de görüldüğü üzere dört farklı şekilde yorumlanabilir (Kabadayı, N. ve ark. 2017:246):

Tablo 12. Kriterlerin Öncelik (Di+Ri) ve İlişki (Di-Ri) Değerlerinin Yorumu

(D - R) değeri	(D + R) değeri	Nedensel Kriter	Sonuç Kriteri	Açıklama
Pozitif	Yüksek	x		Bu kriter "Neden" kriteridir. Bu grupta yer alan kriterlerin diğer kriterleri etkileme ve endirekt yoldan değiştirme özelliği olduğu için; karar alıcıların istenilen sonuçlara ulaşabilmesi için bu kriterlere odaklanması gerekmektedir.
Pozitif	Düşük	x		(D-R) değeri, Pozitif olduğu için diğer kriterler üzerinde etkisi vardır. Ancak (D+R) değeri düşük olduğu için bu etki azdır. Bu kriterlerin diğer kriterleri etkilemesi fazla beklenmez.
Negatif	Yüksek		x	Bu kriter "Sonuç" kriteridir. Nedensel kriterler bu kriterler üzerinde oldukça etkilidir. Nedensel kriterlerdeki geliştirme ile bu kriterlerin endirekt yoldan geliştirilmesi de mümkündür.
Negatif	Düşük		x	Bu gruptaki kriterler "Sonuç" kriteri olup, diğer kriterlere göre göreceli olarak bağımsız kriterlerdir. Nedensel kriterlerden çok fazla etkilenmeyip; problemlerin sonucu üzerindeki etkileri azdır.

Kaynak: Kabadayı N., Dağ S. (2017). Bulanık DEMATEL ve Bulanık PROMETHEE Yöntemleri ile Kablo Üretiminde Makine Seçimi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Dergisi, Yıl: 7 Sayı: 14 / Aralık 2017, 246.

Adım 6. Durulaştırma

Bu aşamada bir önceki aşamada hesaplanmış olan R_j ve D_i değerleri üçgen bulanık sayılar kullanılarak hesaplanmıştır. Bu aşamada bu değerlerden arındırılma işlemi yapılır. Bu işleme “durulaştırma” işlemi denir. Durulaştırma işlemi D_i^{def} ve R_i^{def} değerleri aşağıdaki (4) ve (5) eşitlikleri kullanılarak hesaplanır. Burada “def” kısaltması durulaştırma anlamına gelen “defuzzing” kelimesinin kısaltmasıdır (Organ, 2013:163).

$$D_i^{\text{def}} + R_i^{\text{def}} = 1/4 (1 + 2n + u) \text{ Eşitlik (4)}$$

$$D_i^{\text{def}} - R_i^{\text{def}} = 1/4 (1 + 2n + u) \text{ Eşitlik (5)}$$

Bununla birlikte, eğer bu iki bulanık sayı farklı şekillere sahipse, aynı net değere sahip iki bulanık sayı arasında ayırım yapamaz. CFCS (Bulanık verileri Net Puanlara Dönüştürme) bulanıklaştırma yöntemi bulanık toplama işlemi için uygundur. CFCS yöntemi daha iyi bir netlik değeri elde eder (Opricovic ve Tzeng 2003:645).

CFCS yöntemi, bulanık sayı aralığının bulanık maksimum ve minimum değerlerini belirlemeye dayanır. Üyelik işlevlerine göre, toplam puan ağırlıklı ortalama olarak bulunabilir (Opricovic ve Tzeng, 2003:643).

A_{ij} (l_{ij}^n ; m_{ij}^n ; r_{ij}^n), j kriteri ve bulanık anketleri n ($n = 1, 2, 3, \dots, h$) (n : anket yapılan kişi sayısı) etkileyen kriter i 'nin derecesi anlamına gelir. CFCS yöntemi aşağıdaki gibi beş adımlı bir algoritma içerir:

a. Normalizasyon

$$Xr_{ij}^n = (r_{ij}^n - \min l_{ij}^n) / \Delta_{\min}^{\max}$$

$$Xm_{ij}^n = (m_{ij}^n - \min l_{ij}^n) / \Delta_{\min}^{\max}$$

$$Xl_{ij}^n = (l_{ij}^n - \min l_{ij}^n) / \Delta_{\min}^{\max}$$

$$\Delta_{\min}^{\max} = \max r_{ij}^n - \min l_{ij}^n$$

b. Sağ (rs) ve sol (ls) normalleştirilmiş değerleri hesaplanır:

$$xrs_{ij}^n = xr_{ij}^n / (1 + xr_{ij}^n - xm_{ij}^n)$$

$$xls_{ij}^n = xm_{ij}^n / (1 + xm_{ij}^n - xl_{ij}^n)$$

c. Toplam normalleştirilmiş net değerleri hesaplanır:

$$x_{ij}^n = [x_{ls_{ij}^n} (1 - x_{ls_{ij}^n}) + x_{rs_{ij}^n} x_{rs_{ij}^n}] / [1 - x_{ls_{ij}^n} + x_{rs_{ij}^n}]$$

d. Keskin (net) değerleri hesaplanır:

$$Z_{ij}^n = \min_{ij}^n + x_{ij}^n \times \Delta_{\min}^{\max}$$

e. Net değerler entegre edilir:

$$Z_{ij} = 1 / h (Z_{ij}^1 + Z_{ij}^2 + \dots + Z_{ij}^h)$$

Adım 7. Neden- sonuç ilişki diyagramının elde edilmesi

Aksakal ve ark. (2010)'de bahsedildiği üzere “Durulaştırma” yöntemi yardımıyla Neden-Sonuç ilişki diyagramı (Etki yönlü graf diyagramı) çizilerek analiz yapılır. Bu diyagramda yatay eksenini (D+R) ve düşey eksenini (D-R) olan iki eksenli koordinat düzleminde, incelenen tüm kriterlerin görsel analiz ve yorumları yapılır (Organ, 2013:163).

Adım 8. Ağırlıkların bulunması

Kriter ağırlıklarının hesaplanması işlemi aşağıdaki eşitlikten yararlanılarak yapılır (Kabadayı, N. ve ark. 2017:247).

$$W_i = \{ (D_i^{\text{def}} + R_i^{\text{def}})^2 + (D_i^{\text{def}} - R_i^{\text{def}})^2 \}^{1/2} \quad \text{Eşitlik 6}$$

$$W_i = \frac{w_i}{n} \quad \text{Eşitlik 7}$$
$$\sum_{i=1}^n w_i^1$$

b. Bulanık DEMATEL Metodu Uygulama Adımları (İkinci Metod)

(Chang, 2011:1853-1855)' de bahsedildiği üzere ikinci uygulama metodu adımları aşağıda verilmektedir:

Adım 1. Direk İlişki Matrisi "T" oluşturulur. Bu matriste tüm kriterlerin birbirleri ile ilgili ikili değerlendirmeleri yer almaktadır.

Adım 2. Kriterlerin belirlenmesi ve bulanık skalanın oluşturulması. Bu uygulama adımı ilk metodun 1.ci adımı ile aynıdır.

Adım 3. Üçgen bulanık sayılar, direk ilişki matrisi F'ye dönüştürülür. CFCS yöntemi ile üçgen bulanık sayıları hesaplanmaktadır. İlk metodun 6.cı adımı ile aynı işlemler bu adımda da yapılmaktadır.

Adım 4. Ortalama değeri elde edilir. F başlangıç direk ilişki matrislerinin ortalama değerini, tüm ilk direk ilişki matrislerinin toplam miktarının yanıt verenlerin sayısına bölünmesiyle elde edilmektedir.

Adım 5. Genelleştirilmiş direk ilişki matrisi S oluşturulur. Tüm elemanlar 1 ile 0 arasında genelleştirilmiş bir direk ilişki matrisidir.

$$K = \frac{1}{\max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n a_{ij}}$$

$$S = K \times T$$

Adım 6. Toplam ilişki matrisi M hazırlanır.

$$M = X (I - X)^{-1}$$

Adım 7. Satırların ve sütunların toplamını elde edilir. (D ve R)

Adım 8. Merkezi rol ve ilişki dereceleri hazırlanır.

Adım 9. Neden- sonuç ilişki diyagramının elde edilmesi.

2.2.14 TOPSIS Yöntemi (Technique for order preference by similarity to an ideal solution)

Çok kriterli karar verme tekniklerinden biri olan TOPSIS yöntemi 1981 yılında Hwang ve Yoon tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntemin ana amacı, seçilen kriterlerin pozitif ideal çözüme en yakın, negatif ideal çözüme en uzak olan alternatiflerin değerlendirilmesidir. İdeal çözüm, “fayda” kriterlerini maksimize eden ve maliyet kriterlerini minimuma indiren çözümdür (Ömürbek, N. ve Işık E., 2016:52).

TOPSIS ve Bulanık TOPSIS yöntemi, literatürde yaygın olarak uygulanmıştır. Aşağıdaki tabloda bazı uygulama alanları verilmiştir:

Tablo 13. TOPSIS ve Bulanık TOPSIS Yöntemlerinin Pratikte Bazı Kullanım Alanları

Sanayide Uygulamalar	Literatür
Kuruluş Yeri Seçimi	(Çınar, 2010:37-45)
Lojistik Destek	(Kannan, Pokharel and Kumar, 2009:28-36)
Makine Teçhizat Seçimi	(Kaya, Kılınç ve Çevikcan, 2007:8-14)
Finansal Risklerin Hesaplanması	(Madi and Osman, 2011:1-5)
Performans Değerlemesi	(Perçin ve Karakaya, 2012:241-266)
Tedarikçi Seçimi	(Wang, Cheng and Huang, 2009:377-386)
Gıda Sektöründe Uygulamalar	
Etkinlik Analizi	(Çakır ve Perçin, 2012:49-63)
Performans Ölçümü	(Aslan, 2007:383-396)
Şeker Fabrikalarının Performans Değerlendirmesi	(Ömürbek, N. ve ark. 2016:49-64)

Kaynak: Ömürbek, N., Işık, E. (2016). Performans Değerlemesinde DEMATEL ve Bulanık TOPSIS Uygulaması, Ege Akademik Bakış, Cilt 16, Sayı 1, Ocak 2016, Sayfa:50.

Metodoloji için ek bir temel oluşturmamıza yardımcı olacak bazı tanımlar aşağıda verilmiştir (Bai ve Sarkis, 2014:661-663):

Tanım 1.

$S = (U, C, V, f)$ kümesi U 'nun evren olduğu bilgi sistemi olsun.

C, U evreni için karar faktörü seti olsun.

$V = U \times C$ ($a \in C$) faktör a 'nın faktör aralığını gösterir;

Eğer $f(x;a) \in V$ ve ($a \in C$) " $\forall x \in U$ " için $f: U \times C \rightarrow V$ bir bilgi fonksiyonudur.

TOPSIS yöntemi aşağıdaki adımlar kullanılarak ifade edilebilir:

Adım 1. İlk adımda $U = (X_{ij})_{n \times m}$ karar matrisi normalleştirilir:

Normalleştirme işlemi iki farklı metotla yapılır:

Sırasıyla,

a. Vektör Normalizasyon işlemi aşağıdaki eşitlik yardımıyla bulunur:

$$V_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{k=1}^n X_{kj}^2}} \quad i = 1, \dots, n; \quad j = 1, \dots, m$$

b Linear Normalizasyon işlemi aşağıdaki eşitlik yardımıyla bulunur:

Seçilen kriterin türüne bağlı olarak Linear Normalizasyon işlemi yapılır.

b.1 Eğer bir kriterin minimize edilmesi sağlanan faydayı arttırıyorsa eşitlik aşağıdaki gibidir:

$$Z_{ij} = \left[\frac{\min a_{ij}}{c_{ij}}, \frac{\min a_{ij}}{b_{ij}}, \frac{\min a_{ij}}{a_{ij}} \right] \quad j \in J; j = 1, 2, \dots, n.$$

b.2 Eğer bir kriterin maksimize edilmesi sağlanan faydayı arttırıyorsa eşitlik aşağıdaki gibidir:

$$Z_{ij} = \left[\frac{a_{ij}}{\max c_{ij}}, \frac{b_{ij}}{\max c_{ij}}, \frac{c_{ij}}{\max c_{ij}} \right] \quad j \in J; j = 1, 2, \dots, n.$$

Ancak bu ifade gri sayılar ve üçgen bulanık sayılar için geçerli değildir. Bu nedenle, modelde tüm veri türlerini aynı "0 - 1" aralığında eşleştirmek ve bu işlemi tamamlamak için dönüşüm işlevi geliştirilmiştir.

Adım 2. İdeal ve negatif ideal çözümü belirlenir:

$$S^+ = \{V_1^+, \dots, V_m^+\}$$

$$S^+ = \{(\max V_{ij} | j \in I), (\min V_{ij} | j \in J)\}$$

$$S^- = \{V_1^-, \dots, V_m^-\}$$

$$S^- = \{(\min V_{ij} | j \in I), (\max V_{ij} | j \in J)\}$$

"T" fayda ölçütleriyle, J ise maliyet ölçütleriyle ilişkilendirilir.

Adım 3. N boyutlu Öklid evreni kullanarak ideal çözüme olan uzaklık hesaplanır. Her alternatifin ideal çözümden farkı şöyledir:

$$\mu_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m (V_{ij} - V_j^+)^2} \quad i = 1, \dots, n.$$

Benzer şekilde, negatif-ideal çözümden fark şöyle hesaplanır:

$$\mu_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m (V_{ij} - V_j^-)^2} \quad i = 1, \dots, n.$$

Adım 4. İdeal çözüme nispi mesafeyi hesaplanır. Alternatif "Si" 'nin "S +" 'ya göre nispi yakınlığı:

$$T_i = \frac{\mu_i^-}{\mu_i^+ + \mu_i^-}$$

Adım 5. Opricovic ve Tzeng (2004)'in belirttiği üzere tercihleri sıralayın. Ti değeri ne kadar büyük olursa, alternatif Si o kadar iyidir. En iyi alternatif, ideal çözüme en yakın olanıdır. Bu endeks kullanılarak alternatifler azalan düzende sıralanabilir (Bai ve Sarkis, 2014:663).

2.2.14.1 Bulanık (Fuzzy) TOPSIS Yöntemi

Bulanık kümelerde üyelik fonksiyonu çeşidi kadar bulanık sayı çeşidi bulunmaktadır. İncelenen konu türüne bağlı olarak değişik bulanık sayılar kullanılabilir. Literatürde ve pratikte genel olarak üçgen (triangular) ile yamuk (trapezoidal) bulanık sayı yöntemleri kullanılmaktadır. (Ömürbek, N. ve Işık E., 2016:52) Tez çalışmamızda üçgen bulanık sayı yöntemi kullanılacaktır.

Bulanık bir sayı, her biri 0 ile 1 arasında bir üyelik derecesine sahip, verilen belirli sayı aralıklarıyla karakterize edilen dışbükey bulanık kümedir. En yaygın kullanılan bulanık sayılar üçgen bulanık sayılardır (Bai ve Sarkis, 2014:660).

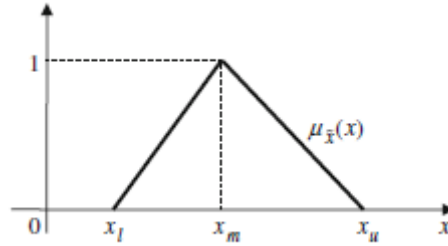
Tanım 2. Bir üçgen bulanık sayı x^{\sim} olsun. Üçgen bulanık sayı x^{\sim} , " $x_1; x_m; x_u$ " üçlüsü ile tanımlanabilir. Üyelik işlevi, aşağıdaki denklemde ifade edilmiştir (Bai ve Sarkis, 2014:660):

$$\mu_{\tilde{x}}(x) = \begin{cases} (x - x_1) / (x_m - x_1), & x_1 \leq x < x_m \\ 1, & x = x_m \\ (x_u - x) / (x_u - x_m), & x_m < x \leq x_u \\ 0, & \text{değilse} \end{cases}$$

$x_1 \leq x_m \leq x_u$ denkleminde sırasıyla x_1 ve x_u , \tilde{x} 'nin alt ve üst sınırlarıdır.

x_m ise \tilde{x} 'nin ortalamasıdır.

Açıkçası, eğer $x_1 = x_m = x_u$ ise üçgen bulanık sayı \tilde{x} gerçek sayıya indirgenir. Gerçek sayılar kolayca üçgen bulanık sayılar olarak yeniden yazılabilir. Üçgen bulanık sayı, belirsizliği ifade edebilmek için esnek olabilir (Li, 2012:422). Üçgen bulanık sayı üç değerli bir yargıya dayanır: minimum olası x_1 değeri, mümkün olan x_m değeri ve mümkün olan maksimum x_u değeridir (Şekil 4).



Şekil 4. Üçgen bulanık sayı grafiği

Kaynak: Li, D.-F. (2012). A fast approach to compute fuzzy values of matrix games with payoffs of triangular fuzzy numbers. Eur. J. Oper. Res. 223, 422.

Tanım 3. Yu ve Hu (2010)'da belirtildiği üzere, $x^{-1} = (x_1^1, x_m^1, x_u^1)$ ve $x^{-2} = (x_1^2, x_m^2, x_u^2)$ iki bulanık sayı olsun. Üçgen bulanık sayı matematiksel işlemleri şöyle tanımlanır (Bai ve Sarkis, 2014:661):

$$x^{-1} \oplus x^{-2} = (x_1^1 + x_1^2, x_m^1 + x_m^2, x_u^1 + x_u^2)$$

$$x^{-1} \otimes x^{-2} = (x_1^1 x_1^2, x_m^1 x_m^2, x_u^1 x_u^2)$$

$$\frac{x^{-1}}{x^{-2}} = \left(\frac{x_1^1}{x_1^2}, \frac{x_m^1}{x_m^2}, \frac{x_u^1}{x_u^2} \right)$$

$$\lambda \times x \sim = (\lambda \times x_1, \lambda \times x_m, \lambda \times x_u), \lambda \geq 0, \lambda \in \mathbb{R}$$

Tanım 4. İki üçgen bulanık sayının uzaklık ölçüsü,

*(Chen, 2000)' de bahsedildiği üzere Vertex uzayı olması halinde iki kriter arasındaki mesafe, aşağıdaki denklemde ifade edilmiştir (Bai ve Sarkis, 2014:661):

$$d(x_1, x_2) = \sqrt{\frac{1}{3} ((x_1^1 - x_2^1)^2 + (x_m^1 - x_m^2)^2 + (x_u^1 - x_u^2)^2)}$$

*Ağırlıklı Öklid Mesafesi, aşağıdaki denklemde ifade edilmiştir (Roszkowska, 2015:6):

$$d_E(X_1, X_2) = \sqrt{\frac{(a_1 - a_2)^2 + 2(b_1 - b_2)^2 + (c_1 - c_2)^2}{4}}$$

*Ağırlıklı Hamming Mesafesi, aşağıdaki denklemde ifade edilmiştir (Roszkowska, 2015:6):

$$d_H(X_1, X_2) = \frac{|a_1 - a_2| + 2|b_1 - b_2| + |c_1 - c_2|}{4}$$

Bulanık TOPSIS modeli 7 adımdan oluşmaktadır:

Adım 1. Karar verici grubu ve değerlendirme kriterleri belirlenir.

Adım 2. Normalizasyon işlemi yapılır. Bu işlem için en çok iki metod bulunmakta olup, bunlar sırasıyla vektör normalizasyon ve lineer normalizasyon metodlarıdır (Roszkowska, 2015:8). Bu metodlar yukarıda bahsedilen "TOPSIS" metodu ile aynı eşitlikler kullanılır.

Adım 3. Bu adımda bulanık karar matrisinin “Ağırlıklandırma” işlemi yapılır.

$$\bar{r}_{ij} = w_j \times \bar{z}_{ij}; \quad i = 1, \dots, m; \quad j = 1, \dots, n$$

Literatürü taradığımızda “Ağırlıklandırma” işleminin Pozitif ve Negatif İdeal çözüm işlemleri bulunduğundan sonra da yapıldığı gözlenmiştir.

Adım 4. Bulanık pozitif ideal çözümün (FPIS) ve bulanık negatif ideal çözümün (FNIS) belirlenmesi işlemi yapılır. FPIS (A^+) ve FNIS (A^-) formları, Bulanık TOPSIS algoritması için seçilen normalleştirme yöntemine bağlıdır:

Vektör Normalizasyon metodu kullanılırsa:

$$A^+ = (V_1^+, V_2^+, \dots, V_n^+) = \left[\left[\begin{array}{c} \max_{j \in I} r_{ij} \\ i \end{array} \right], \left[\begin{array}{c} \min_{j \in J} r_{ij} \\ i \end{array} \right] \right]$$

$$A^- = (V_1^-, V_2^-, \dots, V_n^-) = \left[\left[\begin{array}{c} \min_{j \in I} r_{ij} \\ i \end{array} \right], \left[\begin{array}{c} \max_{j \in J} r_{ij} \\ i \end{array} \right] \right]$$

Lineer Normalizasyon metodu kullanılırsa:

$$A^+ = (V_1^+, V_2^+, \dots, V_n^+) = \left[\begin{array}{c} \max_i r_{i1}, \max_i r_{i2}, \dots, \max_i r_{in} \\ i \end{array} \right]$$

$$A^- = (V_1^-, V_2^-, \dots, V_n^-) = \left[\begin{array}{c} \min_i r_{i1}, \min_i r_{i2}, \dots, \min_i r_{in} \\ i \end{array} \right]$$

Adım 5. Sırasıyla FPIS ve FNIS'ten her alternatifin mesafelerinin hesaplanması yukarıda TOPSIS metodunda “Tanım 4” de belirlenen metoda göre

hesaplanır. Tek kriterli mesafeler daha sonra çok kriterli mesafeler biçiminde toplanır (Roszkowska, 2015:9):

$$di^+ = \sum_{j=1}^n d(r_{ij}, v_j^+), \quad i = 1, 2, \dots, m$$

$$di^- = \sum_{j=1}^n d(r_{ij}, v_j^-), \quad i = 1, 2, \dots, m$$

Adım 6. Pozitif ideal çözüme ideal yakınlığın hesaplanması

Bu adımda TOPSIS metodunun 4.adımında verilen eşitliğe göre; her alternatifin pozitif ideal ve negatif ideal çözümlerinin hesaplanması gerçekleştirilir:

$$Ti = \frac{\mu_i^-}{\mu_i^+ + \mu_i^-}$$

Adım 7. Bir önceki adımda belirlenen yakınlık katsayılarının (Ci ya da OSL, Overall Satisfaction Level) azalan şekilde sıralanması ile hangi alternatifin iyi olduğu ve hangisinin kötü olduğunun belirlenmesi adımdır (Büyüközkan ve ark., 2012:2346).

Hesaplanan değer, 0 ile 1 arasında bir değer alıp, 1'e en yakın değer optimum alternatifin hangisi olduğunu göstermektedir.

Eğer hangi kriterin performansa ne derecede etkisi olduğunu ölçmek istersek, bunun için CSL (Customer Satisfaction Level) müşteri hizmet seviyesi formülünden faydalanmamız gerekmektedir:

$$CSL_{ij} = \frac{d_i(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-)}{d_i(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^+) + d_i(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-)}$$

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

Bu formülde çıkan en yüksek değer müşteri hizmet seviyesine en çok etki eden değeri göstermektedir. Buna göre işletmelerin performansını arttırabilmek için hangi kriterler öncelik verilmesi gerektiği tespit edilebilmektedir (Sarı ve ark., 2018:5).

2.2.15 VIKOR Metodu

Opricovic ve Tzeng (2002) bahsedildiği üzere Vlsekriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje orijinal adıyla kısaca VIKOR adıyla bilinen yöntem, karmaşık sistemlerin çok kriterli optimizasyonu için 1998 yılında Opricovic tarafından geliştirilmiştir (Shemsadi A. ve ark. 2011:12161).

VIKOR yöntemi, anlaşmazlıkları çözmek için uzlaşmanın kabul edilebilir olduğunu varsayarak, çeşitli veya muhtemelen çelişen ve ölçülebilir olmayan karar kriterlerine göre bir dizi alternatifi derecelendirmeye ve sınıflandırmaya odaklanır. TOPSIS yöntemi gibi diğer bazı MCDM (Çok Kriterli Karar Verme) yöntemlerine benzer şekilde, VIKOR ideale yakınlığı temsil eden bir toplama işlevine dayanır; ancak TOPSIS yönteminin aksine, ideal çözüme özel yakınlık ölçüsüne dayanan sıralama indeksi sunar ve bu yöntemde diğer kriterleri elemek için doğrusal normalizasyon kullanılır (Opricovic ve Tzeng, 2004:445).

VIKOR, özellikle karar vericinin sistem tasarımının başlangıcında tercihini ifade edemediği veya bunu bilmediği durumlarda, çok kriterli karar vermede yardımcı bir araçtır (Opricovic ve Tzeng, 2004:448).

Uzlaşma çözümleri kavramları ilk olarak Yu (1973) ve Zeleny (1982) tarafından başlatılmıştır. Uzlaşmacı çözümler, yakınlık derecesi ideal alternatifle karşılaştırılarak yapılmaktadır. Opricovic (1998) tarafından başlatılan VIKOR yöntemi, her alternatfin her bir kriter fonksiyonu tarafından değerlendirilebileceği ilkesi üzerinde çalışır; uzlaşma sıralaması, alternatiflerin ideal alternatifle yakınlık derecelerinin karşılaştırılması ile belirlenmektedir (Wang ve ark., 2006:2).

Literatürde VIKOR yöntemi ile ilgili araştırmalar incelendiğinde çeşitli alanlarda kullanıldığı görülmektedir: Hastane Servislerinin Değerlendirilmesi (Chang, T.H. 2014), Yeşil Tedarik Zinciri Performans Değerlendirmesi (Sarı, K. 2017), Yeniden Yapılandırmanın Planlanması (Opricovic, S. ve Tzeng, G.H. 2002), Yazılım Sistemlerinin Değerlendirilmesi (Wang, T.C. ve ark. 2006), Hidroelektrik Sistemlerinin Değerlendirilmesi, (Opricovic, S. ve Tzeng, G.H. 2007), Tedarikçi Seçimi (Shemsadi, A. ve ark. 2011), (Chen ve Wang, 2009), (Wu, M. ve Liu, Z. 2011) (Awasthi, A. ve ark. 2017), Gıda Sektöründe Sürdürülebilir Tedarikçi Yönetimi (Meksavang, P. ve ark. 2019) ve Gıda Sektöründe Yeşil Tedarikçi Seçimi (Bananeian, N. ve ark. 2016).

Duckstein, L. ve ark. (1980)'de bahsedildiği üzere VIKOR yönteminde uzlaşık sıralama için çok kriterli ölçüm; uzlaşık programlamada toplama fonksiyonu olarak kullanılan L_p kriter formülü ile yapılmaktadır (Shemsadi, A. ve ark. 2011:12161):

i kriter numarası, j alternatif, w_i her bir kriterin ağırlık derecesi ve f_{ij} her alternatifin i . kriterinin ölçümü olmak üzere,

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

VIKOR yönteminde yukarıdaki ifade, L_{1j} ve $L_{\infty j}$ sıralama kriterinin formülasyonunda kullanılır.

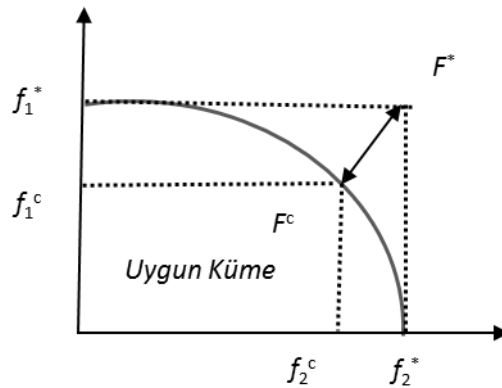
Opricovic ve Tzeng, (2004:447-448) 'e göre VIKOR yönteminin aşamaları aşağıda sırasıyla anlatılmıştır:

Maksimum grup faydası ile $\min_j S_j$ 'den, minimum kişisel pişmanlık ile $\min_j R_j$ 'den çözüm elde edilir.

Uzlaşmacı çözüm F_c , ideal F^* 'ye "en yakın" olan uygulanabilir bir çözümdür ve uzlaşma, aşağıda Şekil 5. ve formüllerde gösterildiği gibi karşılıklı tavizlerle kurulan bir anlaşma anlamına gelir:

$$\Delta f_1 = f_1^* - f_1^c$$

$$\Delta f_2 = f_2^* - f_2^c$$



Şekil 5. VIKOR Metodu İdeal ve Uzlaşık Çözümleri

Kaynak: Opricovic, S., Tzeng, G.H. (2004). Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. European Journal of Operational Research, Sayı: 156, 447.

Karar verme problemine ait alternatifler, kriterler ve bu kriterlere ait alternatiflerin puanları belirlendikten sonra bu değerler bir karar matrisine dönüştürülür.

$$f = \begin{bmatrix} f_{11} & \cdots & f_{1j} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{i1} & \cdots & f_{ij} \end{bmatrix}$$

Bu matrise i alternatifleri, j ise kriterleri göstermektedir. Matris oluşturulduktan sonra VIKOR uzlaşık sıralama yöntemi aşağıdaki adımları takip eder:

Adım 1. En iyi ve en kötü kriter değerlerinin belirlenmesi

Karar matrisi oluşturulduktan sonra her bir kriter ($i=1,2,\dots,n$) için en iyi f_i^* ve en kötü f_i^- değerleri belirlenir. En iyi ve en kötü değerlerin belirlenmesinde kriterin özelliği göz önünde bulundurularak iki farklı şekilde hesaplama yapılır.

Eğer i . kriter bir fayda özelliğine sahip ise f_i^* ve f_i^- değerleri aşağıdaki eşitlik ile hesaplanır:

$$f_i^* = \max_j f_{ij}$$

$$f_i^- = \min_j f_{ij}$$

Eğer i . kriter bir maliyet özelliğine sahip ise f_i^* ve f_i^- değerleri aşağıdaki eşitlik ile hesaplanır:

$$f_i^* = \min_j f_{ij}$$

$$f_i^- = \max_j f_{ij}$$

Adım 2. Normalizasyon işlemi ve normalizasyon matrisinin oluşturulması

Karar matrisini oluşturan değerleri birimlerden arındırmak ve karşılanabilir seviyeye getirmek üzere lineer normalizasyon işlemi uygulanır. Bu işlem sonunda " $i \times j$ " boyutlarında R normalizasyon matrisi oluşturulur. R matrisinin elemanları aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$r_{ij} = (f_j^* - f_{ij}) / (f_j^* - f_j^-)$$

Adım 3. Normalize karar matrisinin ağırlıklandırılması

w_i kriter ağırlıklarını göstermek üzere, normalize karar matrisinde sütunlarda gösterilen kriterlerin ilgili ağırlıklarla çarpılması ile V_{ij} ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi oluşturulur.

$$V_{ij} = r_{ij} \cdot W_j$$

Adım 4. S_j ve R_j değerlerinin hesaplanması

S_j ve R_j değerleri her j alternatifi ve i kriteri için hesaplanır. S_j ve R_j değerleri j .alternatif için ortalama ve en kötü grup skorlarını göstermektedir.

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

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

Adım 5. Q_j değerlerinin hesaplanması

Q_j değerlerinin hesaplanması adımımda kullanılan S^* , S^- , R^* , R^- parametreleri sırasıyla,

$$S^* = \min_j S_j$$

$$S^- = \max_j S_j$$

$$R^* = \min_j R_j$$

$$R^- = \max_j R_j$$

eşitlikleri ile hesaplanır.

Q_j değerlerinin hesaplanmasında kullanılmakta olan “ v ” parametresi kriterlerin çoğunluğunun ağırlığını (azami grup fayda değerini) göstermektedir. Yani “ v ” değeri azami grup değerini sağlayan strateji için ağırlığı ifade ederken, “ $1-v$ ”

değeri ise aynı görüşte olmayanların minimum pişmanlığının ağırlığını ifade etmektedir. Uzlaşma; “çoğunluk oyu” ($v > 0,5$) ile; “konsensüs” ($v = 0,5$) ile veya “ret” ($v < 0,5$) ile belirlenir.

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

Adım 6. Alternatiflerin sıralanması ve koşulların denetlenmesi

S_i , R_i ve Q_i değerleri küçükten büyüğe sıralanarak alternatifler arasındaki sıralamanın belirlendiği 3 farklı sıralama listesi hazırlanır. Sıralamanın doğruluğunu kontrol etmek üzere minimum Q_j değerine sahip alternatifin aşağıdaki 2 koşulu sağlayıp sağlamadığı kontrol edilir.

Koşul 1. Kabul Edilebilir Avantaj: Q_i değerleri küçükten büyüğe sıralandığı durumda ilk sırada yer alan alternatif A^1 ve ikinci sırada yer alan alternatif A^2 olarak gösterildiğinde, kabul edilebilir avantaj,

$$Q(A^2) - Q(A^1) \geq DQ$$

koşulunu sağlamalıdır. DQ parametresi alternatif sayısına bağlı olup, j alternatif sayısını göstermek üzere aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$DQ = 1 / (j-1)$$

Koşul 2. Kabul Edilebilir İstikrar Koşulu: Q_j değerleri küçükten büyüğe sıralandığında ilk sırada yer alan A^1 alternatifi, S ve/veya R değerlerine göre küçükten büyüğe yapılan sıralamada da minimum değere sahip en iyi alternatiftir. Bu durumda uzlaşık çözüm karar verme sürecine göre istikrarlıdır.

Koşul 1 ve Koşul 2' den biri karşılanmazsa, aşağıdakilerden oluşan bir dizi uzlaşma çözümü önerilir:

a. Eğer “kabul edilebilir avantaj koşulu” sağlanmıyorsa, A^1 , A^2 , ..., A^m alternatiflerinin tamamı uzlaşık en iyi ortak çözüm kümesinde yer alır. Burada üst sınır değeri olan maksimum

$$M, Q(A^m) - Q(A^1) < DQ \text{ denkleminde göre belirlenir.}$$

b. Eğer “kabul edilebilir istikrar koşulu” sağlanmıyorsa, A^1 ve A^2 alternatiflerinin her ikisi de uzlaşık ortak çözüm olarak kabul edilir.

2.2.15.1 Bulanık (Fuzzy) VIKOR Metodu

Çok kriterli karar vermede optimum sonuç, belirlenen kurallar doğrultusunda uzlaşma sıralamasına göre karar verme süreci ile elde edilir. Gerçekte, nitel ve nicel verilerin bir arada bulunmasından kaçınılamaz ve bunlar genellikle belirsizliklerle doludur. Dolayısıyla, optimum olan yani uzlaşmacı çözümler genellikle karar vericiye bağlıdır (Wang ve ark., 2006:2).

Fuzzy VIKOR yöntemi Wang ve ark. (2006:3-4) ve Chen ve Wang (2009:235-237) tarafından, bulanık çok kriterli karar verme problemlerini en iyi çözüm ve uzlaşma çözümü ile çözmek için gerçekte doğrulanarak tanımlanmış ve aşağıda Fuzzy VIKOR aşamaları ifade edilmiştir:

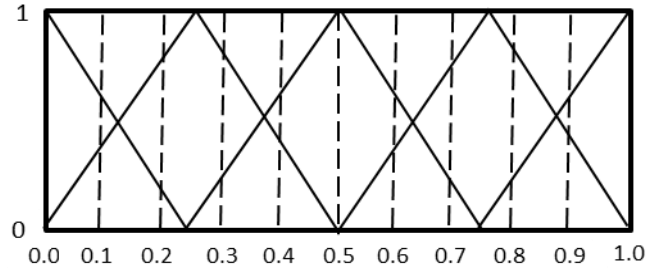
Adım 1. Karar vericilerden oluşan bir grup oluşturulur (n), ardından değerlendirme kriterlerini (k) ve uygulanabilir alternatifleri (m) belirlenir.

Adım 2. Kriterlerin önem ağırlığı için uygun dil değişkenlerini ve her bir kritere göre alternatiflerin derecelendirmesini belirlenir (Tablo 14. ve Tablo 15.'de gösterildiği gibi). Bulanık sayıların kriterlerin ağırlığındaki üyelik derecesi ve alternatiflerin derecelendirilmesi Şekil 6. ve Şekil 7.'de gösterilmektedir:

Tablo 14. Fuzzy VIKOR Yöntemi, Kriter Ağırlığı İçin Dil Değişkenleri

Dil Değişkenleri	Bulanık Numaralar
Çok Düşük (VL)	(0.00, 0.00, 0.25)
Düşük (L)	(0.00, 0.25, 0.50)
Orta (M)	(0.25, 0.50, 0.75)
Yüksek (H)	(0.50, 0.75, 1.00)
Çok Yüksek (VH)	(0.75, 1.00, 1.00)

Kaynak: Wang, T.C., Liang J.L., Ho C.Y. (2006). Multi-Criteria Decision Analysis by Using Fuzzy VIKOR 1-6. International Conference on Service Systems and Service Management, Conf.Date. 25-27 Oct. 2006, p:3.



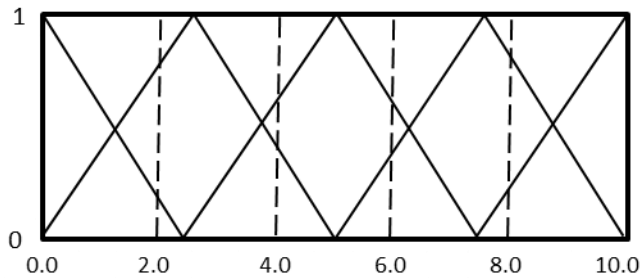
Şekil 6. Fuzzy VIKOR Yöntemi, Kriter Ağırlığına Göre Bulanık Sayıların Üyelik Dereceleri

Kaynak: Wang, T.C., Liang J.L., Ho C.Y. (2006). Multi-Criteria Decision Analysis by Using Fuzzy VIKOR 1-6. International Conference on Service Systems and Service Management, Conf.Date. 25-27 Oct. 2006, p:3.

Tablo 15. Fuzzy VIKOR Yöntemi, Alternatiflerin Değerlendirilmesi için Dilsel Değişkenler

Dil Değişkenleri	Bulanık Numaralar
Kötü (W)	(0.00, 0.00, 2.5)
Zayıf (P)	(0.00, 2.5, 5.0)
Orta (F)	(2.5, 5.0, 7.5)
İyi (G)	(5.0, 7.5, 10.0)
Çok İyi (VH)	(7.5, 10.0, 10.0)

Kaynak: Wang, T.C., Liang J.L., Ho C.Y. (2006). Multi-Criteria Decision Analysis by Using Fuzzy VIKOR 1-6. International Conference on Service Systems and Service Management, Conf.Date. 25-27 Oct. 2006, p:3.



Şekil 7. Fuzzy VIKOR Yöntemi, Alternatif Derecelendirmesindeki Bulanık Sayıların Üyelik Derecesi

Kaynak: Wang, T.C., Liang J.L., Ho C.Y. (2006). Multi-Criteria Decision Analysis by Using Fuzzy VIKOR 1-6. International Conference on Service Systems and Service Management, Conf.Date. 25-27 Oct. 2006, p:3.

Adım 3. Kriterlerin toplam bulanık ağırlığını ve alternatiflerin toplu bulanık derecelendirmesini elde etmek için karar vericilerin fikirlerini alınır. Bir karar komitesinde “n” kişi varsa, her bir kriterin önem ağırlığı ve her alternatifin derecelendirmesi şu şekilde ölçülebilir:

$$\tilde{W}_j = 1/k [W_j^1 \oplus W_j^2 \oplus \dots \oplus W_j^k] \quad \text{Eşitlik 1}$$

$$\tilde{x}_{ij} = 1/k [x_{ij}^1 \oplus x_{ij}^2 \oplus \dots \oplus x_{ij}^k] \quad \text{Eşitlik 2}$$

Adım 4. Bulanık bir karar matrisi oluşturulur. Formal olarak, tipik bir bulanık çok kriterli karar verme problemi matris formatında aşağıdaki şekilde ifade edilebilir:

$$\tilde{D} = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & & C_n \\ \begin{matrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \wedge & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \wedge & \tilde{x}_{2n} \\ M & M & M & M \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \wedge & \tilde{x}_{mn} \end{matrix} & & & & \end{matrix}, \quad i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n \quad \text{Eşitlik 3}$$

$$\tilde{W} = [W_1, W_2, \dots, W_n], \quad j = 1, 2, \dots, n \quad \text{Eşitlik 4}$$

\tilde{x}_{ij} alternatif A_i 'nin C_j , W_j 'ye göre derecelendirilmesi durumunda, j 'inci kriterin önem ağırlığı geçerlidir, \tilde{x}_{ij} ve W_j , üçgen bulanık sayılarla gösterilen dil değişkenleridir.

Adım 5. Tüm kriter fonksiyonlarının bulanık en iyi değeri (FBV, \tilde{f}_j^*) ve bulanık en kötü değeri (FWV, \tilde{f}_j^-) belirlenir.

$$(\text{FBV}, \tilde{f}_j^*)$$

$$(\text{FWV}, \tilde{f}_j^-)$$

$$\tilde{f}_j^* = \max_i \tilde{x}_{ij}, j \in B; \tilde{f}_j^- = \min_i \tilde{x}_{ij}, j \in C \quad \text{Eşitlik 5}$$

Adım 6. S_i ve R_i değerleri hesaplanır:

$$\tilde{S}_i = \sum_{j=1}^n \tilde{w}_j (\tilde{f}_{j^*} - \tilde{x}_{ij}) / (\tilde{f}_{j^*} - \tilde{f}_j^-) \quad \text{Eşitlik 6}$$

$$\tilde{R}_i = \max_j [\tilde{w}_j (\tilde{f}_{j^*} - \tilde{x}_{ij}) / (\tilde{f}_{j^*} - \tilde{f}_j^-)] \quad \text{Eşitlik 7}$$

Adım 7. \tilde{S}^* , \tilde{S}^- , \tilde{R}^* , \tilde{R}^- ve \tilde{Q}_i değerleri hesaplanır.

$$\tilde{S}^* = \min_i \tilde{S}_i \quad \tilde{S}^- = \max_i \tilde{S}_i \quad \text{Eşitlik 8}$$

$$\tilde{R}^* = \min_i \tilde{R}_i \quad \tilde{R}^- = \max_i \tilde{R}_i$$

$$\tilde{Q}_i = v \cdot (\tilde{S}_i - \tilde{S}^*) / (\tilde{S}^- - \tilde{S}^*) + (1-v) \cdot (\tilde{R}_i - \tilde{R}^*) / (\tilde{R}^- - \tilde{R}^*) \quad \text{Eşitlik 9}$$

(minSi) değeri maksimum çoğunluk kuralına sahiptir ve (minRi) rakip stratejiden minimum bireysel pişmanlık duymaktadır. Ayrıca v, maksimum grup faydasının stratejisinin ağırlığını temsil etmekte olup genellikle v = 0,5 değerini almaktadır. (v>0,5) değerini alır ise “çoğunluk oyu”, v=0,5 değerini alır ise “konsensüs” ve v<0,5 değerini alır ise “veto” ile uzlaşma sağlanır.

Adım 8. Üçgen bulanık Qi sayısı hesaplanır ve alternatifler Qi indeksine göre sıralanır. Bulanık bir sayıyı net bir değere dönüştürme işlemine “Defuzzify” denir. Çeşitli bulanıklaştırma stratejileri önerilmiş, burada Chen’in (1985) kümeyi maksimize etme ve seti minimize etme yöntemi uygulanmıştır.

Maksimize kümesi şu şekilde tanımlanır:

$R = \{(x, fR(x)) \mid x \in R\}$ üyelik fonksiyonu ile,

$$f_R(x) = \begin{cases} \frac{x - x_1}{x_2 - x_1}, & x_1 \leq x \leq x_2 \\ 0, & \text{değilse} \end{cases} \quad \text{Eşitlik 10}$$

Benzer şekilde, minimizasyon kümesi şu şekilde tanımlanır:

$L = \{(x, fL(x)) \mid x \in R\}$ üyelik fonksiyonu ile,

$$f_L(x) = \begin{cases} \frac{x - x_2}{x_1 - x_2}, & x_1 \leq x \leq x_2 \\ 0, & \text{değilse} \end{cases} \quad \text{Eşitlik 11}$$

Daha sonra sağ fayda programı $U_R(Q_i)$ ve sol fayda programı $U_L(Q_i)$ şu şekilde gösterilebilir:

$$U_R(F_i) = \sup_x (f_{F_i}(x) \wedge f_M(x)) \quad \text{Eşitlik 12}$$

$$U_L(F_i) = \sup_x (f_{F_i}(x) \wedge f_G(x)) \quad \text{Eşitlik 13}$$

Sonuç olarak, net değer şu şekilde elde edilebilir: sağ ve sol fayda değerleri birleştirilir.

$$U_T(F_i) = [U_R(F_i) + 1 - U_L(F_i)] / 2 \quad \text{Eşitlik 14}$$

Q_i indeksi, A_i 'nin en iyi alternatiften uzaklık ölçüsünü ifade eder. Bu değer ne kadar küçükse, alternatif o kadar iyidir.

Adım 9. Bu aşamada uzlaşmacı bir çözüm belirlenir. Düşük verilen iki koşulun kabul edilebilir olduğu varsayılır. Ardından, Q_i indeksi kullanarak, tek bir optimal çözüm olarak; uzlaşma çözümü (a') belirlenir.

Koşul 1. Kabul edilebilir avantaj koşulu

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

$$DQ = 1/(m-1) \quad (DQ=0.25 \text{ Eğer } m \leq 4) \quad \text{Eşitlik 15}$$

Alternatif tedarikçi sayısı (m) 4 ve / veya daha aşağı ise DQ değeri 0,25 olarak alınmaktadır.

Koşul 2. Kabul edilebilir istikrar koşulu

Bu koşul altında küçükten büyüğe yapılan sıralamada da $Q(a)$, $S(a')$ ve/veya $R(a')$ göre minimum değere sahip en iyi alternatiftir. Bu durumda uzlaşık çözüm karar verme sürecine göre istikrarlıdır.

Ayrıca 1. koşul kabul edilmezse ve $Q(a^m) - Q(a') < D(Q)$, o zaman $a^{(m)}$ ve $a^{(l)}$ aynı uzlaşma çözümüne sahiptir.

2. koşul kabul edilmezse, a' karşılaştırmalı bir üstünlüğe sahip olsada, karar vermedeki istikrar yetersizdir. Bu nedenle, a' ve a'' nın uzlaşma çözümleri aynıdır.

Adım 10. En iyi alternatif, minimum (Q_i) değerini alan $Q(a')$ dir. Bu alternatif seçilerek Bulanık (Fuzzy) VIKOR yöntemi süreci tamamlanmış olur.

2.2.16 Tedarikçi Seçiminde Kullanılacak Metodların Belirlenmesi

Literatür incelendiğinde, kullanılan çok kriterli karar verme metodu sayısı oldukça fazladır. Bir metodu seçmek için, hangi yöntemin kullanılacağı ile ilgili net bir bilgi bulunmamaktadır. Burada önemli olan kullanılacak metodun, problemin amacı ile uyumlu olmasıdır. Burada amaç, sınıflandırma ise sınıflandırma ile ilgili metodlar, sıralama ise sıralama ile ilgili metodların tercih edilmesi uygun bir çözüm olacaktır. Kullanılan yöntemin içeriğinde pozitif ve negatif etkileri yansıtabilen, kolay uygulanabilir ve anlaşılabilir olması önem arz etmektedir. (Mulliner ve ark., 2013:74)

Yapılacak uygulama çalışmasında sırasıyla, literatür incelemesi sonucu incelediğimiz toplam 15 metottan Bulanık DEMATEL, Bulanık TOPSIS ve Bulanık VIKOR yöntemlerini seçtik. Bunun temel nedenleri ile ilgili olarak, literatürde en sık kullanılan ve tercih edilen tedarikçi seçim metodları olmasıdır.

DEMATEL metodunda tüm faktörler arasındaki doğrudan ve dolaylı ilişkiyi çıkartma yeteneği vardır. Büyük miktarda veriye ihtiyaç duymamaktadır (Sarkis ve ark. 2013:290).

TOPSIS metodu en kolay uygulamalardan biridir. TOPSIS metodunda seçilen kriterlerin pozitif ideal çözüme en yakın, negatif ideal çözüme en uzak alternatiflerin değerlendirilmesi yapılmaktadır (Alessio, 2013:7).

VIKOR metodunda ideale en yakın ve uzlaşma yöntemi ile çözüm alternatifleri sunar. Bu yöntemde fikir ayrılıkları minimize edilir. Kabul edilebilir istikrar ve avantaj koşulları sağlanarak çözüme ulaşılabilir (Kuzu, 2018:123).

Ayrıca VIKOR metodu ile TOPSIS metodu aynı anket verilerini kullandığı ve kriter ağırlıklarına göre hesaplama süreçleri ilerlediği için; elde edilen ortak verilerle her 2 metoduda kullanma şansına sahip olabiliyoruz. Genel olarak her yönteme ve bakış açısına göre sonuçlar değişebilmektedir. Bunu görebilmek için aynı çalışma için 3 metodu birlikte kullandık.



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

TEDARİKÇİ SEÇİM KRİTERLERİNİN GIDA SEKTÖRÜNDE UYGULANMASI VE YEŞİL KRİTERLERİN ÖNEMİNİN ARAŞTIRILMASI

Bu bölümde gıda sektörü ve Türkiye’de gıda sektörü hakkında bilgilendirme, Türkiye’de ve dünyada tedarikçi seçimi ile ilgili yapılan benzer çalışmalar, mevcut yapılan uygulama çalışmasının kavramsal modeli, araştırmanın amacı, araştırma soruları, modelin anket soruları, araştırmanın metodolojisi, tedarikçi seçim kriter ağırlıklarının Bulanık DEMATEL metodu ile hesaplanması, belirlenen 3 işletmenin Bulanık TOPSIS ve Bulanık VIKOR metotları ile belirlenen kriterlere göre değerlendirmesinin yapılması gerçekleştirilecektir.

3.1 Gıda Sektörü

Gıda sektöründe yapılan bir Swot analizi çalışmasında, sektörde rekabetin çok fazla olması; üretilen ürünlerde sağlıksız ve şişmanlatıcı gibi birçok iddiaların ortaya atılarak her an gıda güvenliği ile ilgili bir kriz çıkma olasılığı nedeniyle çok hassas davranılması gereken bir sektördür (Türk ve ark.,2019:401). Bu nedenle gıda güvenliği sektörün en önemli unsurlarından birisidir.

(FAO ve WHO, 2015) ‘de bahsedildiği üzere gıda güvenliği, en temel tanımı ile “amaçlar doğrultusunda üretildiğinde veya tüketildiğinde gıdanın tüketiciye zarar vermeyeceği süreci ifade etmekte olup; Dünya Sağlık Örgütü (WHO), Gıda Tarım Örgütü (FAO) ve Codex Alimentarius uzmanlar komisyonu gıda güvenliğini; “sağlıksız ve kusursuz gıda üretimini sağlamak amacıyla gıdaların üretim, işleme, muhafaza, taşıma ve dağıtım aşamalarında gerekli kurallara uyulması ve önlemlerin alınması” olarak nitelendirmişlerdir (Kantaroğlu ve ark. 2019:498).

Hızla artmakta olan nüfusla beraber çevre kirliliği, küresel ısınma ve doğal kaynakların yok olması gibi tehditler göz önünde bulundurulduğunda; yakın gelecekte insanoğlunun gıda ve içecek ihtiyacının karşılanmasının daha da güçleşeceği, bununla birlikte gıda sektörünün stratejik öneminin dünya genelinde giderek artacağı tahmin edilmektedir (Oraman, Y. ve ark. 2019:950).

3.1.1 Türkiye’de Gıda Sektörü

TÜİK alınan veriler doğrultusunda; üretim yöntemine göre elde edilen yıllık GSYİH, zincirlenmiş hacim endeksi olarak (2009=100), 2018 yılında bir önceki yıla göre %2,8 artmıştır. Yine 2018 yılında hane halkı tüketim harcamasının dağılımı dikkate alındığında gıda ve alkolsüz içeceklerin; toplam içindeki payı %20,3 seviyesindedir. Konut ve kira giderinden sonra ikinci yüksek değer gıda ve alkolsüz içeceklerdir (TÜİK, 2018) (Verileri, T.C. Bilim, Teknoloji ve Sanayi Bakanlığı, 2018).

Gıda ve içecek işletmelerinin sayısı 43 bin dolaylarında olup, bu sayı imalat sanayi işletmelerinin yıllara göre yaklaşık %10-12 arasında değişen bir oranını oluşturmaktadır. İşletme sayısının fazla olması, sektörde küçük işletme sayısının fazlalığına işaret etmektedir. İmalat sanayinde istihdam edilenlerin %10-13’ü (yaklaşık 446.064 kişi) gıda sektöründe çalışmaktadır (T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Raporu, 2019:6).

Gıda sektörünün imalat sanayi cirosundaki payı %14-15 seviyesindedir (Tablo 16).

Tablo 16. Gıda Sektörünün Ciro (2017)

Sektör	Ciro (TL)	Pay (%)
Gıda Ürünlerin İmalatı	241.700.531.501	14,25
İçeceklerin İmalatı	11.898.095.473	0,70
Gıda ve İçecek İmalatı Toplamı	253.598.626.974	14,95
Toplam İmalat Sanayi	1.695.854.737.067	100,00

Kaynak. Tüik, (2017) (T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Raporu, 2019:17).

Sektörün başlıca üretim maliyet kalemleri içerisinde; “hammadde”, “işçilik” ve “enerji” giderleri bulunmaktadır. Faaliyet alanı ise tarımsal hammaddelerin tedariki, devamında bu hammaddelerin işlem görerek kalite değeri yüksek gıda ve içecek ürünlerine dönüştürülmesidir. Bu dönüşümde en önemli konular; “enerji kullanımı”, “sera gaz emisyonları”, “kaynak ve atık yönetimi”, “su ve atık su yönetimi” ile “ambalajlama” olup, bunların iyi bir şekilde planlanması ve yönetilmesi önem arz etmektedir (T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Raporu, 2019:21).

3.2 Gelişmekte Olan ve Gelişmiş Ülkelerde Yeşil Tedarik Seçimi ile İlgili Benzer Çalışmalar

Gelişmiş ülkelerden Amerika’da yeşil satın almanın önemi üzerine (Min ve Galle, 2001:1222-1238) tarafından toplam %12,3’ü Gıda olmak üzere, %26,6 Kimya, %6,7 Gaz, %3,9 Tekstil ve diğer sektörlerde üretim yapan; 3000 işletmenin olduğu bir evrende 527 işletmenin yer aldığı bir araştırma yapılmıştır. Bu işletmelerin seçilmesinin ana nedeni çevreye zararlı atık madde üretme ihtimallerinin yüksek oluşudur. Bu çalışma sonucunda elde edilen bilgiler doğrultusunda desteklenen 3 hipotez aşağıdaki gibidir:

“Satın alan işletmenin yasal çevre düzenlemeleri ile uyumu, yeşil satın almaya katılım derecesini olumlu yönde etkileyecektir.”

“Satın alan işletmenin atık ayırma faaliyetleri, kaynak azaltma stratejisini (geri dönüşüm ve yeniden kullanma sıklığını) olumlu yönde etkileyecektir.”

“Satın alan işletmenin algılanan yüksek çevresel maliyetler konusundaki endişesi, yeşil satın alma sürecine katılım derecesini sınırlayacaktır.”

Ayrıca yine bu çalışmada elde edilen bulgular ve çıkarımlar aşağıda maddeler halinde verilmiştir:

*Büyük bir satın alma hacmine sahip bir satın alma işletmesi, küçük bir satın alma hacmine sahip bir işletmeye göre yeşil satın alma (özellikle geri dönüşüm) uygulamalarına daha fazla dahil olur. Bunun nedeni yeterli satın alma hacmine sahip olmak (ölçek ekonomisi); geri dönüşüm gibi şirket çapında çevre programları için çekiciliği ve desteği artırır; böylece yeşil bir satın alma programını haklı çıkarmaya yardımcı olur. Aynı şekilde, büyük işletmelerin, daha fazla pazarlık güçleri nedeniyle, tedarikçilerinin kalite güvencesinin bir parçası olarak, tedarikçilerinin çevresel taahhütlerini zorunlu kılmaları makul görülmektedir.

*Çevresel yükümlülükler konusundaki endişelerin artmasıyla, çevresel düzenlemelere uyumu daha ciddiye alan satın alma şirketleri, yeşil satın alma uygulamalarına diğerlerinden daha aktif bir şekilde katılma eğilimindedir.

*Artan maliyet endişelerini yansıtan satın alma işletmeleri, yeşil satın alma programlarının başarılı bir şekilde uygulanmasının önünde en ciddi engel olarak; yeşil satın alma programları için gerekli ekonomik yatırımı görmektedirler.

Türkiye’de faaliyet göstermekte olan işletmelerin, kaliteli ürünü düşük maliyet ile üreterek satışlardan para kazanmak ve kar etmek gibi ekonomik başarı ölçütü kadar, Avrupa Birliği’nde önemi artan “sosyal sorumluluk”, “tüketici” ve “insan haklarını kapsayan sosyal başarı ölçütü” ve “çevre kirliliğine duyarlılık” gibi çevresel başarı ölçütlerine de öncelik vermesi gerektiğinin bilinciyle faaliyet göstermeleri önem kazanmıştır. Bu önem özellikle Türkiye Gıda Sektörü’nde direkt olarak insan sağlığına etki etmesi sebebiyle daha da artmaktadır (Gürbüz ve Demirer, 2006:102-103).

Gelişmekte olan ülkelerin küreselleşme ile mevcut konumunu güçlendirmesine örnek olan ülkelere Çin, yabancı işletmelerden çevresel performansı iyileştirmeye yönelik deneyimler kazanmış, yerel işletmelerde; tedarikçi seçim kriteri olarak çevresel faktörü kullanma gereksinimi duymuştur. Çin’deki yerel işletmeler tarafından da uygulamaya başlanmaya birlikte, hem ürünlerinin kalitesi, hem de çevresel performansı iyileştirilerek, daha fazla işletme; yabancı işletmelerin tedarikçisi haline gelmiştir (Zhu ve Sarkis, 2004:282).

Lübnan gıda endüstrisinde ISO 14001 ve Çevre Yönetim Sisteminin uygulanmasını engelleyen çeşitli engeller bulunmuştur. Bu engeller şunlardır: zaman kısıtı, bilgi eksikliği, yönetim önceliği eksikliği, sertifikasyon maliyeti, müşteri talebinin olmaması, talebin ihracat için gerekli olmaması, net olmayan faydalar, yasal gereklilik ve devlet desteklerinin olmamasıdır (Massoud vd., 2010:1884-1887). Ayrıca kamuoyu baskısının olmaması veya az olması “Yeşil Üretim” uygulamasının önünde bir engel olduğu görülmektedir. Yerel topluluklar, medya, bankalar, sigorta şirketleri veya politikacılar gibi kilit sosyal sektörlerin baskısının olmaması, şirketlerin eko-inovasyon yapması için gerekli itici gücü sağlamayabilir (Del Rio ve diğerleri, 2010:541-557).

Malezya’daki 153 imalat şirketi ile yapılan bir ankette; çevresel kaynak sorunu ile devlet desteğinin ve müşteriden gelen talebin, ana engel olduğu görülmüştür. Bu çalışma, tutum ve algı, zayıf dış ortaklıklar, müşteri talebi eksikliği,

iş uygulamaları, yetersiz bilgi ve çevresel ticari kazançların yeşil inovasyonu etkilediği fikrini vermektedir (Abdullah vd., 2015:683-709).

Tedarik zinciri entegrasyonunun gıda şirketlerinde çevresel performans üzerindeki etkisi ile ilgili yapılan önceki araştırmalar GSCM'nin gelişmiş ülkelerde çevresel performans üzerinde olumlu ve önemli bir etkiye sahip olduğunu gösterirken, gelişmekte olan ülkelerdeki çalışmaların eksikliği yayınlanan literatürden anlaşılmaktadır. Ürdün'de 119 gıda şirketinde yapılan çalışma ile elde edilen sonuçlar, gelişmiş ülkelerde yapılan diğer çalışmaların sonuçlarıyla tutarlıdır. Sonuçlar, gelişmekte olan ülkelerde çevresel konularla ilgili farkındalığın gerçekleştiğini göstermektedir. Bu çalışmada elde edilen sonuçlar şöyledir (Zubi ve ark., 2015:247-257):

*Üretim şirketleri üzerindeki çevresel baskılar arttıkça, çevre performanslarını iyileştirmeye ve operasyonlarını çevreci gereksinimlere uyarlamaya adanmış ve istekli tedarikçiler seçmek zor olacaktır.

*Tedarikçiler, çevre dostu üretim ve tedarik zinciri entegrasyonunun kalite ve maliyetten ödün verilebileceği anlamına gelmemesi gerektiğini unutmamalıdır.

*Yüksek çevresel performans elde etmek isteyen gıda şirketleri, tedarikçilerine çevresel performanslarını iyileştirme konusunda yardımcı olmalıdır.

*Yetenekli ve bilinçli tedarikçiler, yeşil ürünler geliştirmek için potansiyel olarak tasarım projelerine entegre edilebilir.

Avrupa'da gelişmekte olan ülkelere Polonya'da gıda şirketleri ağırlıklı olmak üzere toplam 500 işletmenin dahil olduğu bir araştırma yapılmıştır. Yapılan bu çalışmada "Yeşil tedarik zincirlerinin gelişme eğilimlerine rağmen, tedarikçi seçiminde en önemli kriterler, ekonomik yönlere odaklanmıştır." hipotezi doğrulanmıştır. Yine bu çalışmada; iş uygulamalarında yeşil tedarik zinciriyle ilgili faaliyetler oluşturma ve destekleme eğilimleri gözlemlenmiştir. Ancak, çalışmadan görüldüğü üzere, operasyonel faaliyetler alanında (satıcı seçimi dahil), sürdürülebilir kriterler, tedarikçilerin lehine seçim argümanları değildir. Tedarikçi seçim argümanları ekonomik gelişme seviyesi, işletmede kullanılan sermaye ve küresel eğilimler hakkında bilgi gibi çeşitli faktörlerden kaynaklanabilir. Ayrıca Polonya'da çevre bilinci diğer Avrupa Birliği ülkelerine göre çok daha düşüktür. Sürdürülebilir

çözümleri uygulamayı sadece öğrenen bir ekonomidir ve toplum çevreye özen gösterilmemesinden kaynaklanan riskleri görmeye başlamıştır. İzlenimlere göre tedarikçi seçimi, tedarik zincirinde yeşillendirmenin daha kolay kısımlarından biri olabilir ve kesinlikle desteklenmesi gerekir. Tedarik zincirinde kararlar insanlar tarafından alınır ve bu tür eylemleri başlatması gerekenler onlardır (Tundys, 2016:147-153).

3.3 Türkiye’deki Benzer Çalışmalar

“Tedarikçi Seçim Modeli Geliştirme” ve “Yeşil Kriterlerin Öneminin İncelenmesi” ile ilgili Türkiye’de yapılan benzer çalışmaların bazıları aşağıda belirtilmiştir:

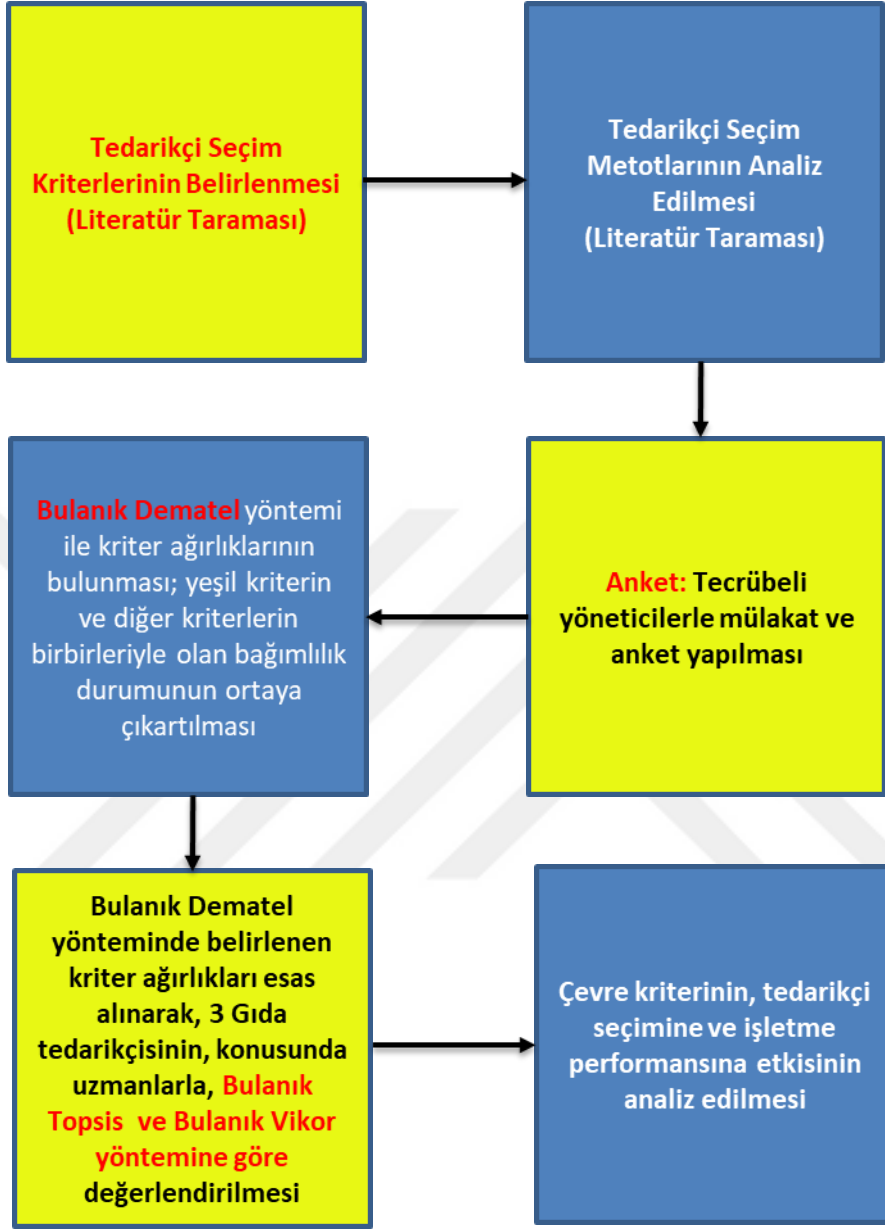
Yangınlar, G. ve Sarı, K.’nin 2014’de yaptığı çalışmada, yeşil lojistik uygulamaları ve işletme performansı üzerine bir literatür araştırması; Yangınlar, G. ve Sarı, K.’nin 2017’de yaptığı çalışmada, işletmeleri yeşil lojistik uygulamalarına zorlayan sebepler üzerine bir araştırma; Kılıç, H.S. ve Yalçın A.S.’nin 2020’de yaptığı çalışmada, IF-TOPSIS iki aşamalı hedef programlama ile yeşil tedarikçi seçiminin yapılması; Akman, G.’in 2015’de yaptığı çalışmada, otomotiv sektöründe Bulanık C-Means ve VIKOR yöntemleri ile tedarikçileri yeşil tedarikçi geliştirme programlarını içerecek şekilde değerlendirilmesi; Çalık, A.’ın 2020’de yaptığı çalışmada, Endüstri 4.0 döneminde yeşil tedarikçi seçimi için bulanık AHP ve bulanık TOPSIS metodolojisinin kullanımı; Ulutaş, A., Topal, A. ve Bakhat, R.’nin 2019’da yaptığı çalışmada, tekstil sektöründe yeşil tedarikçi seçiminde bulanık bütünlük model uygulaması gerçekleştirilmiştir.

3.4 Araştırmanın Kavramsal Modeli

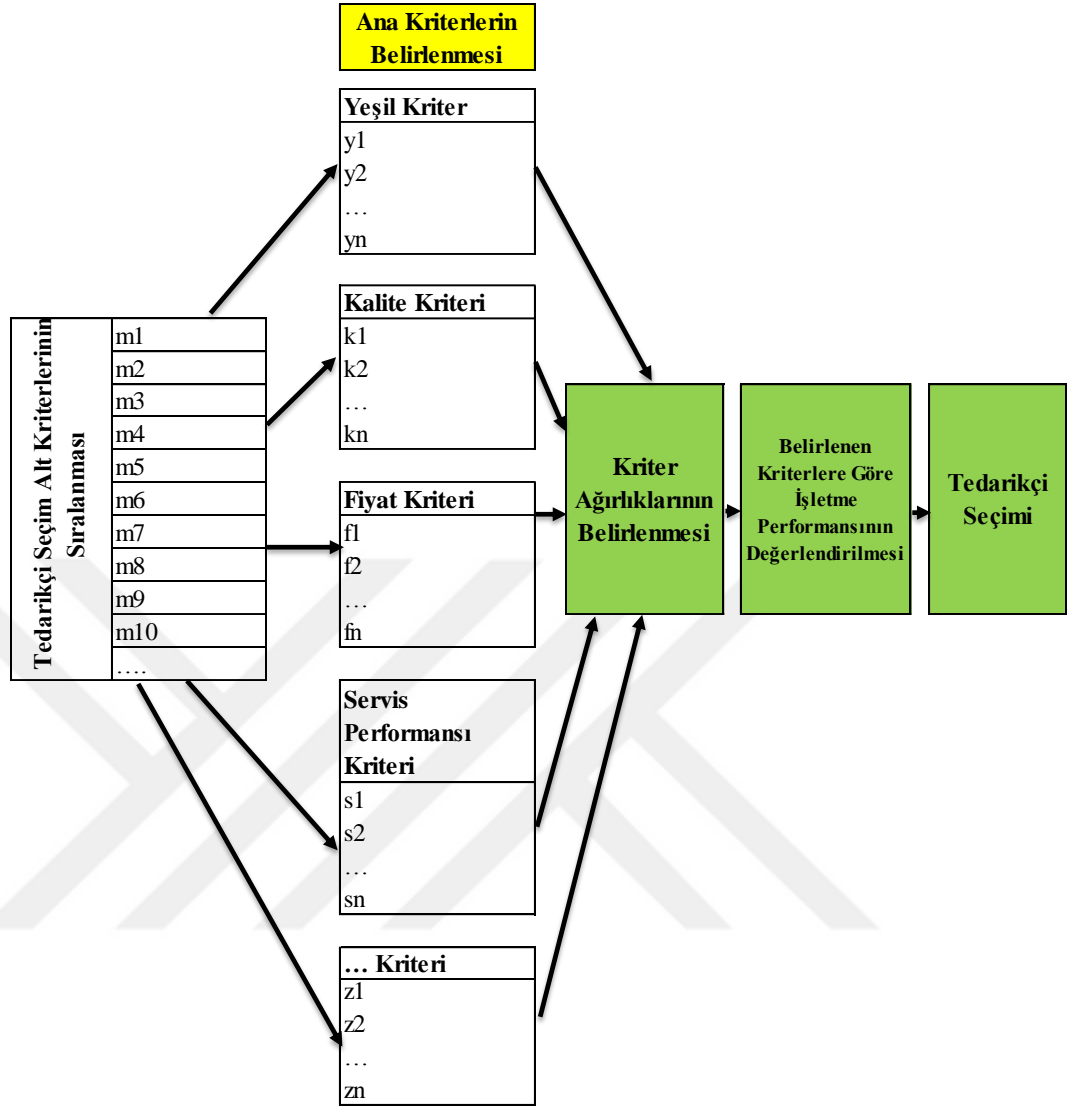
Araştırmanın kavramsal modeli oluşturulurken, Sarı, K.’nin 2015’de yaptığı çalışmada Türk sağlık sektöründe yeşil lojistik uygulamalarının firma performansına etkisi; Sarı, K.’nin 2017’de yaptığı çalışmada yeşil tedarik zinciri yönetimi uygulamalarının değerlendirilmesi; Büyüközkan G.’nin 2013’de yaptığı çalışmada yeşil tedarikçi değerlendirmesi için entegre bir bulanık çok kriterli grup karar verme yaklaşımı; Sarı, K. ve Süslü M.’nin 2018’de yaptığı çalışmada otel tedarik zincirinin yeşil performansını değerlendirmek için modelleme yaklaşımı ile Aksoylu S. ve

Taşdemir B.'nin 2020'de hazırladığı BIST sürdürülebilirlik endeksinde kurumsal sürdürülebilirlik performans değerlendirmesi üzerine yapılan çalışmaların modellerinden faydalanılmıştır.

Kavramsal modeli oluşturmak için aşağıdaki yol haritası izlenmiştir (Şekil 8 ve Şekil 9): Bu süreçte önce literatür taraması yapılarak, hangi kriterlerin tedarikçi seçimine etki ettiği belirlenmiştir. Yine literatür taraması yapılarak, tedarikçi seçim metotları analiz edilerek; uygulama çalışmasında kullanılacak metotlar seçilmiştir. Daha sonra bu kriterlerin göreceli önem değerleri bulunmak üzere konusunda uzman kişilerle (50 kişi) anket çalışması yapılmıştır. Bulanık DEMATEL yöntemi ile bu kriterlerin ağırlıkları hesaplanmıştır. Belirlenen kriter ve ağırlıklara göre, 3 yönetici tarafından 3 tedarikçiyi değerlendirmeleri istenmiştir. Bu değerlendirmeler sırasıyla Bulanık TOPSIS ve Bulanık VIKOR yöntemleri ile analiz edilerek, hangi işletmenin istenen kriterlere uygun bir işletme olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda yeşil kriterin diğer kriterlere ve tedarikçi seçimine etkisi analiz edilmiştir.



Şekil 8. Uygulama Çalışması Yol Haritası



Şekil 9. Uygulama Çalışmasının Kavramsal Modeli

3.5 Araştırmanın Önemi

Günümüzde çevre bilincinin artması, hukuki baskılar ve ekonomik kaygılar işletmelerin yeşil tedarik zincirine olan ilgisini önemli ölçüde arttırmıştır. Yeşil tedarik zincirinde en önemli konulardan biri de yeşil tedarikçinin seçiminde önemli unsurları belirlemek ve bunlara işletmenin uymasını sağlayarak, işletmelerin çevreye daha az zarar veren hammadde ve enerji kaynakları kullanarak, çevreye olan duyarlılıklarını arttırmaktır.

Yeşil tedarikçi seçim problemi ve uygun kriter seçimi tüm işletmelerin işleyişi için çok önemlidir. Bu sorunu çözmek, onların başarısını doğrudan etkileyebilir. Sistematik bir bakış açısıyla, yeşil tedarikçi seçimi problemi üzerine yapılan çalışmalar, kriterler ve yöntemler olmak üzere iki kısma ayrılabilir. Bununla birlikte, tedarikçiyi değerlendirmek için hangi kriterlerin ve yöntemlerin kullanılması gerektiğini belirlemek çok önemlidir. İşletmenin, tedarikçilerin ve rekabetçi pazarın durumu satın alma politikasını ve değerlendirme hedeflerini önemli ölçüde etkilemektedir (Nielsen ve ark., 2014:89).

İşletmeler çevresel performansı iyileştirmek için, "yeşil tedarikçi değerlendirmesi" ve "tedarikçilerle yeşil iş birliği" yaklaşımlarını geliştirmelidir. Bu yaklaşımları uygulamak için işletmelerin çevresel bir taahhüdü olmalıdır. Bu ise, merkezi bir kurumsal değer olarak çevrenin korunmasına ve işletmenin her alanında çevre bilincini teşvik eden net bir politika beyanına sahip olmaları gerektiği anlamına gelir. Bu taahhüt, resmi ve yeşil tedarikçi değerlendirme sistemlerinin uygulanması, iş birliğine dayalı yaklaşım gerçekleştirme ve tedarik yeteneklerinin geliştirilmesi ile mümkün olabilir (Large ve ark., 2011:183).

Müşteriler ve tedarikçiler yeşil tedarik zinciri uygulamaları hakkında bilinçlendirilerek, çevreye dost tüketici bilinci oluşturulmalı ve yeşil tedarik zinciri uygulamalarını gerçekleştirmeleri için teşvik edilmelidir. Çevre ile ilgili tüm faaliyetlerde işletmeler, tedarikçiler ve tüketiciler iş birliği içinde olmalıdırlar.

İşletmeler, imkanlar dahilinde mümkün mertebe yeşil kriterleri benimsemiş tedarikçileri tercih etmelidirler. Böylece birçok işletme yeşil kriterlere uygun olarak üretim yapmak zorunda kalacaktır.

3.6 Araştırmanın Amacı

Bu tezin amacı Türkiye’de gıda sektöründe tedarikçi seçiminde önemli olan kriterleri ortaya çıkartmak ve son dönemlerde oldukça önemli yeşil kriterlerin diğer kriterlere göre önem derecesini çıkartmaktır. Bu amaca ulaşabilmek için model geliştirerek; yeşil satın alma, yeşil tedarikçi seçiminin; işletme performansına etkisinin ölçülmesi gerçekleştirilecektir.

3.7 Araştırmanın Soruları

Yapılan araştırmada, tedarikçi seçim kriterlerinin hangisinin tedarikçi seçiminde etkili olduğu ve yeşil kriterin göreceli önem derecesi ile ilgili olarak 2 araştırma sorusu belirlenmiştir:

S1. Türkiye’de Gıda sektöründe, tedarikçi seçiminde dikkate alınan kriterler nelerdir?

S2. Yeşil kriterin göreceli önem derecesi nedir?

3.8 Modelin Anket Soruları

Tedarikçi seçim kriterlerinin önem derecesini tespit edebilmek için, her bir kriterin ağırlığını tespit etmek üzere 4 bölümden oluşan toplam 3 anket formu hazırlanmıştır. 1.ci bölümde ankete katılanlara ait demografik bilgiler, 2.ci bölümde “Tedarikçi Seçim Kriterleri” nin ağırlıklarının bulunması, 3.cü bölümde “Tedarikçi Seçim Kriterlerinin Birbirine Etkisi” ve 4.cü bölümde konusunda uzman 3 yönetici ile 3 Gıda İşletmesinin belirlenen kriterlere göre değerlendirilmesi yapılması hedeflenmiştir. İlk 3 bölüm, “Bulanık DEMATEL” yönteminde kullanılmak üzere ve 4.cü bölüm ise “Bulanık TOPSIS” ve “Bulanık VIKOR” yöntemlerinde kullanılmak üzere hazırlanmıştır. Anketler Ek bölümünde yer almaktadır.

3.9 Araştırmanın Metodolojisi

Tedarikçi seçim kriterlerinin değerlendirilmesinde Bulanık DEMATEL metodu kullanılmıştır. Bu metodun kullanılmasının en önemli nedeni, uzman görüşlerini ölçmede kullanılabilmesi, kullanımının ve hesaplama şeklinin diğer yöntemlere göre anlaşılır ve kolay olmasıdır. Literatürde de tedarikçi seçim kriterlerinin belirlenmesinde kullanılmıştır. Tedarikçinin belirlenen kriterlere göre performansının değerlendirilmesinde ise Bulanık TOPSIS ve Bulanık VIKOR yöntemleri kullanılmıştır. İki metodun aynı seçim ve veriler için kullanılmasının temel nedeni, kullanılan metodlara göre sonuçlar değişkenlik gösterebilmektedir. Alınan sonucun sağlamlasını yapma amaçlı performans ölçümü için iki farklı metod kullanılmıştır.

Yapılan bu araştırma ile literatürde, gıda sektörü özelinde tedarikçi seçimi kriterlerinin belirlenmesini; ardından belirlenen kriterlere göre tedarikçi seçiminin

yapılmasını; kriterler içerisinde yeşil kriterin; belirlenen diğer kriterlere etkisinin değerlendirilmesi için bir metodoloji geliştirilebileceği önerilmektedir. Bu çalışma ile literatürde 1966 yılından günümüze tedarikçi seçimi kriterleri ile ilgili araştırma yapılarak, tedarikçi seçiminde en çok kullanılan kriterler ve yeşil kriterin tedarikçi seçimine etkisi tespit edilerek; bu kriterlerin gıda sektöründe tedarikçi seçimine etkisi analiz edilmektedir.

3.9.1 Anakütle ve Örneklem Seçimi

Son on yılda tarım ve gıda işleme endüstrilerinde artan çevresel kaygılar göz önüne alındığında, paydaşlar gıda üreticilerini tedarik zincirlerinin çevresel performansını iyileştirmeye ve tedarikçilerinin sürdürülebilirlik performansını yakından takip etmeye her zamankinden daha fazla teşvik etmektedir. Bununla birlikte, tarım-gıda sektöründe yeşil tedarikçi seçimi uygulamalarının bilinen önemine rağmen, ilgili operasyonların önemli çevresel yükleri nedeniyle, elektronik ve otomotiv endüstrilerine kıyasla az sayıda ilgili vaka çalışması incelenmiştir (Banaeian, N. ve ark., 2016:2-3). Bu nedenle araştırma evreni olarak, Gıda Sektörü seçilmiştir.

Yine araştırmanın tedarikçi değerlendirme kısmında, Gıda sektöründe yer alan “Bitkisel Yağlar” üzerine üretim faaliyetlerinde bulunan işletmeler seçilmiştir. Bunun nedeni, gıda sektöründe bitkisel yağın, Türkiye'nin önemli ihracat kalemlerinden biri olması ve rafine bitkisel yağ ihracatında dünyanın önde gelen ülkelerinden biri olmasıdır. Artan nüfusla paralel olarak bitkisel yağ tüketimi de Türkiye’de artmaktadır (Öztürk, A.B., 2016:9-11).

Bu çalışmada Gıda Sektöründe faaliyet gösteren işletmelerde Tedarik Zinciri ile ilgili bölümlerde görev alan yöneticilere yönelik nitel bir çalışma yapılacaktır. Öncelikli olarak 50 uzman kişiden; tedarikçi seçim kriterleri ile ilgili değerlendirme yapmaları istenecektir.

Çalışmaya katılan 50 uzmanın; %28’i Kadın, %72’si Erkek olup; %4’ü Lise, %4 Ön Lisans, %46’sı Lisans, %40’ı Yüksek Lisans ve %6’sı Doktora mezundur. Yine çalışmaya katılanların %8’i 22-29 yaş aralığında, %24’ü 30-39 yaş aralığında, %52’si 40-49 yaş aralığında ve %16’sı 50 ve üzeri yaş aralığındadır.

Burada ilk uygulama çalışması için seçilen 50 uzman, gıda ve gıda sektörü ile yakından ilgili işletmelerde uzman, yönetici, müdür, direktör ve benzeri pozisyonlarında çalışan yöneticilerdir. Dematel metodu ile 50 uzman ile görüşülerek tedarikçi ağırlıkları tespit edilmiştir.

Daha sonraki aşama olan Topsis ve Vikor metotları için 50 uzman içinden çalışma süresi 10 yıl ve üzeri olan, tedarikçi seçiminde karar verme yetkisi olan; yönetici, müdür ve direktör pozisyonlarında; Satın Alma, Kalite ve Arge bölümlerinde 251-2000 arası çalışana sahip işletmelerde çalışan; 3 uzman seçilmiştir.

Yapılan değerlendirmelere göre Bulanık DEMATEL yöntemiyle kriterlerin ağırlıkları hesaplanacaktır. Daha sonra yine aynı 50 uzman içerisinde yer alan ve Gıda Sektöründe konusunda uzman; Satın alma, Kalite ve Tedarik Zinciri bölümlerinde çalışan 3 yöneticiden, gıda sektöründe bitkisel yağ alanında üretim yapmakta olan 3 tedarikçiyi Bulanık TOPSIS ve Bulanık VIKOR yöntemleri ile Bulanık DEMATEL yönteminde belirlenen ağırlıklara göre değerlendirmeleri istenecektir. Ayrıca çalışmanın en sonunda “Yeşil Kriterin” işletme performansına etkisi analiz edilecektir.

3.9.2 Araştırmanın Kapsam ve Sınırlılıkları

Tüm Türkiye’de Gıda sektöründe faaliyet gösteren Kobi ve Büyük ölçekli şirketlerin Pazarlama, Arge, Kalite, Üretim, Kurumsal İletişim, Satın alma ve Tedarik Zinciri yöneticilerini kapsamaktadır.

3.9.3 Araştırmanın Varsayımları

Bu çalışmada katılımcıların verdikleri cevapların çalışmanın ciddiyeti dâhilinde, samimi ve gerçeklere uygun olarak verildiği varsayılacaktır.

3.9.4 Veri Toplama Yöntemi

Araştırmada değişkenlerin birbirleriyle olan ilişkilerini analiz etmek ve araştırma sorularını test etmek için nicel yöntemle başvurulmuş ve veri toplama yöntemi olarak anket kullanılmıştır. Anket yöntemi olarak ise yüz-yüze anket ve e-posta ile anket tekniğine başvurulmuştur.

3.9.5 Verilerin Analizi

Verilerin analizi aşamasında “Microsoft Excel” ve Onlineoutput .com internet sitesinde yer alan “Onlineoutput (software)/Fuzzy VIKOR” programları kullanılacaktır. Kriterlerin birbiri ile olan ilişkilerinin analiz edilmesi ve ağırlıklandırılması “Bulanık DEMATEL” yöntemi ile excelde, belirlenecek ağırlıklara göre uygun tedarikçinin seçimi; 2 farklı metodla, önce “Bulanık TOPSIS” yöntemi ile excelde ve sonra “Bulanık VIKOR” yöntemi ile Onlineoutput/Fuzzy VIKOR paket programında yapılacaktır.

Anket uygulama çalışmasında ölçek kullanılmamıştır. Kriterler mevcut literatürden elde edilerek, uzman görüşlerine göre ağırlıklandırma işlemi yapılmıştır. Elde edilen kriter ağırlıklarına göre tedarikçi seçimi gerçekleştirilmiştir. Sadece kullanılan 3 metodun kendine özgü bulanık dilsel ölçekleri kullanılmıştır. Dilsel ölçekler ise DEMATEL metodu için Chang (2011) ve Feng (2020); TOPSIS metodu için Sarı ve Süslü (2018), VIKOR metodu için Wang (2006)'dan alınmıştır.

3.10 Kriter Ağırlıklarının ve Önem Derecelerinin Bulanık DEMATEL Yöntemi ile Hesaplanması

Birinci uygulamamızda literatür araştırması sonucu elde edilen 14 adet tedarikçi seçim kriterinin Bulanık DEMATEL metodu yardımıyla ağırlıkları hesaplanarak; birbirleri ile ilişkileri analiz edilecektir.

Bulanık DEMATEL yönteminin veri analizi beş alt bölüme ayrılmıştır:

- (1) Bulanık DEMATEL anket tasarımı;
- (2) Bulanık DEMATEL yönteminin hesaplama süreci,
- (3) Anlamlılık değerlendirme kriterlerinin analizi;
- (4) Merkezi rol ve ilişkinin derecesinin analizi;
- (5) Strateji haritası ve nedensel diyagram.

3.10.1 Bulanık DEMATEL Anket Tasarımı

Bu çalışmada aşağıdaki 14 değerlendirme kriteri ve sembolü kullanılmıştır:
(1) Arge (araştırma-geliştirme), (2) Ekonomik durum, (3) Fiyat, (4) Güven, (5) İş

yapısı, (6) Kalite, (7) Lojistik, (8) Mühendislik ve Teknik Kabiliyet, (9) Satın alma Koşulları (10) Servis ve Hizmet (11) Teslimat, (12) Üretim (İş gücü, Sistem, Kapasite, Esneklik) (13) Yönetim Sistemi ve Taahhüdü (14) Çevre (Yeşil Tedarik).

Bulanık DEMATEL yöntemi, tedarikçi seçimindeki her kriterin etkisini değerlendirmek için de kullanılır. Bu araştırmada, ilk olarak bulanık DEMATEL için üç bölümden oluşan bir anket hazırlanmıştır. İlk bölüm kişisel verilerden oluşmaktadır. İkinci bölümde kolay anlaşılması ve yanıtlanması için her bir kriterin tanımını ana hatlarıyla belirtilmiştir.

Son bölümde, kriterlerin birbirini etkileme derecesi EY, DE, NE, YE ve ÇYE puanlarının sırasıyla "Etki yok ", "Düşük etki ", "Normal etki", "Yüksek etki" ve "Çok yüksek etki" 'ye karşılık geldiği; her bir skorun etkisini değerlendirmek için çift yönlü bir karşılaştırma yapılmıştır.

3.10.2 Bulanık DEMATEL Yönteminin Hesaplama Süreci

Bu çalışmada uzman görüşme yöntemi kullanılmıştır. Kriterler Türkiye’de Gıda sektöründe faaliyet gösteren Kalite, Satın alma, Planlama, Arge ve Üretim departmanlarında çalışan 50 profesyonel uzmanla, birebir görüşme ve e-posta ile iletişim gerçekleştirilerek değerlendirilmiştir. Uzmanlardan toplanan veriler bulanık DEMATEL yöntemi ile analiz edilmiştir.

Bulanık DEMATEL metoduna göre yapılan tedarikçi değerlendirme çalışmasında; literatürde (Chang, B. ve ark. 2011) ve (Ömürbek, N. ve Işık E., 2016) uygulama çalışmaları esas alınmış, bu çalışmaya özgü excel tablosu hazırlanmış ve doğrulama yapılarak hesaplama işlemleri gerçekleştirilmiştir. Sırasıyla dokuz ana adım aşağıda verilmiştir:

Adım 1. Direk İlişki Matrisi T hazırlanır.

Bulanık DEMATEL analizinin ilk adımı, toplanan verilerden bir direk ilişki matrisi “T” oluşturulur. Tablo 17.de ilk uzmandan alınan, kriter değerlendirmesi gösterilmekte olup, Tablo 18.de ise bu kriterlerin üçgen bulanık karşılıkları gösterilmektedir:

Tablo 17. Bulanık DEMATEL Yöntemi, Direk İlişki Matrisi

1.uzman		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14
Kriter		Arge	Ekonomik Durumu	Fiyat	Güven	İş Yapısı	Kalite	Lojistik	Mühendislik ve Teknik Kabiliyeti	Satın alma Koşulları	Servis ve Hizmet	Teslimat	güçü, Sistem, Kapasite, Esneklik)	Yönetim Sistemi ve Taahhüdü	Çevre (Yeşil Tedarik)
A1	Arge	0	3	3	2	2	2	1	4	3	1	1	3	3	3
A2	Ekonomik Durumu	4	0	4	3	3	4	3	3	4	1	3	3	3	3
A3	Fiyat	2	4	0	3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	4
A4	Güven	1	3	4	0	4	4	4	4	3	4	4	2	4	4
A5	İş Yapısı	3	3	3	4	0	3	2	3	2	3	2	4	3	2
A6	Kalite	2	4	4	4	4	0	3	3	2	3	2	3	3	4
A7	Lojistik	1	2	3	3	3	4	0	2	2	4	4	2	3	3
A8	Mühendislik ve Teknik Kabiliyeti	4	2	3	4	4	3	1	0	1	2	1	2	2	3
A9	Satın Alma Koşulları	3	4	4	2	2	2	3	3	0	3	3	3	3	3
A10	Servis ve Hizmet	2	4	4	4	3	2	4	2	4	0	4	4	4	3
A11	Teslimat	1	3	3	4	2	3	4	1	4	4	0	3	3	2
A12	Üretim (İş gücü, Sistem, Kapasite, Esneklik)	3	3	4	2	4	2	2	3	4	2	3	0	3	3
A13	Yönetim Sistemi ve Taahhüdü	4	3	3	4	4	3	2	2	4	4	3	3	0	3
A14	Çevre (Yeşil Tedarik)	4	2	3	4	3	4	2	2	2	2	2	2	3	0

Tablo 18. Bulanık DEMATEL Yöntemi, Üçgen Bulanık Sayılar Tablosu

		A1			A2			A3			A4		
1.uzman		Arge			Ekonomik Durumu			Fiyat			Güven		
Kriter No	Kriter Adı	l	m	r	l	m	r	l	m	r	l	m	r
A1	Arge	0	0	0	0,5	0,75	1	0,5	0,75	1	0,25	0,5	0,75
A2	Ekonomik Durumu	0,75	1	1	0	0	0	0,75	1	1	0,5	0,75	1
A3	Fiyat	0,25	0,5	0,75	0,75	1	1	0	0	0	0,5	0,75	1
A4	Güven	0	0,25	0,5	0,5	0,75	1	0,75	1	1	0	0	0
A5	İş Yapısı	0,5	0,75	1	0,5	0,75	1	0,5	0,75	1	0,75	1	1
A6	Kalite	0,25	0,5	0,75	0,75	1	1	0,75	1	1	0,75	1	1
A7	Lojistik Mühendislik ve Teknik	0	0,25	0,5	0,25	0,5	0,75	0,5	0,75	1	0,5	0,75	1
A8	Kabiliyeti	0,75	1	1	0,25	0,5	0,75	0,5	0,75	1	0,75	1	1
A9	Satın Alma Koşulları	0,5	0,75	1	0,75	1	1	0,75	1	1	0,25	0,5	0,75
A10	Servis ve Hizmet	0,25	0,5	0,75	0,75	1	1	0,75	1	1	0,75	1	1
A11	Teslimat	0	0,25	0,5	0,5	0,75	1	0,5	0,75	1	0,75	1	1
A12	Üretim (İş gücü, Sistem, Kapasite, Esneklik) Yönetim Sistemi ve	0,5	0,75	1	0,5	0,75	1	0,75	1	1	0,25	0,5	0,75
A13	Taahhüdü	0,75	1	1	0,5	0,75	1	0,5	0,75	1	0,75	1	1
A14	Çevre (Yeşil Tedarik)	0,75	1	1	0,25	0,5	0,75	0,5	0,75	1	0,75	1	1

Adım 2. Kriterler belirlenir ve bulanık dilsel değişkenleri tasarlanır.

Çalışma, dilsel değişkene göre insan mantık değişkenine yanıtı ele almaktadır: Etki yok, Çok düşük etki, Düşük etki, Yüksek etki, Çok yüksek etki ve Pozitif üçgen bulanık sayılar $(l_{ij}^n, m_{ij}^n, r_{ij}^n)$ (Li, 1999:96)(Feng ve ark., 2020:9) (Bulanık Dilsel Ölçek Tablosunda görüldüğü gibi). Çalışma, direk ilişki matrisi T'yi üçgen bulanık sayılara dönüştürmektedir.

Tablo 19. Bulanık DEMATEL Yöntemi, Dilsel Ölçek

Dilsel Terimler	Etki Skoru	Üçgen Bulanık Sayılar	Üçgen Bulanık Sayılar		
Etki Yok (No)	0	(0,0,0.25)	0,00	0,00	0,25
Çok Düşük Etkili (VL)	1	(0,0.25,0.50)	0,00	0,25	0,50
Düşük Etkili (L)	2	(0.25,0.50,0.75)	0,25	0,50	0,75
Yüksek Etkili (H)	3	(0.50,0.75,1.00)	0,50	0,75	1,00
Çok Yüksek Etkili (VH)	4	(0.75,1.00,1.00)	0,75	1,00	1,00

Kaynak: Feng, G.C., Ma, F. (2020). Identification of the factors that influence service innovation in manufacturing enterprises by using the fuzzy DEMATEL method. Journal of Cleaner Production, p. 10.

Adım 3. Üçgen bulanık sayıları ilk direk ilişki matrisine (F) dönüştürülür.

Çalışma, CFCS yöntemiyle üçgen bulanık sayıları hesaplar. Anketler Zij'i elde eden net bir değer olarak durulaştırılmaktadır. CFCS yönteminde 5 adımda kullanılan formüllere göre direk ilişki matrisi F hesaplanır, böylece başlangıç direk ilişki matrisi F elde edilir.

Adım 4. Ortalama değer elde edilir.

Çalışma, başlangıç direkt ilişki matrislerinin F ortalama değerini, tüm başlangıç direk ilişki matrisleri F'nin toplam miktarını 50'ye (katılımcıların sayısına) bölünür (Tablo 20).

Tablo 20. Bulanık DEMATEL Yöntemi Başlangıç Direk İlişki Matrisi

Step 4 Obtain average value (Tüm uzmanların değerlerinin aritmetik ortalaması)																Sum
Kriter No	Kriter Adı	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	
		Zij	Zij	Zij	Zij	Zij	Zij	Zij	Zij	Zij	Zij	Zij	Zij	Zij	Zij	
A1	Arge	0,00	0,28	0,35	0,32	0,34	0,32	0,24	0,27	0,29	0,26	0,24	0,28	0,28	0,29	3,76
A2	Ekonomik Durumu	0,25	0,00	0,35	0,32	0,33	0,32	0,26	0,28	0,28	0,28	0,28	0,29	0,30	0,28	3,82
A3	Fiyat	0,26	0,27	0,00	0,33	0,33	0,32	0,26	0,28	0,28	0,29	0,27	0,29	0,30	0,27	3,75
A4	Güven	0,24	0,27	0,36	0,00	0,33	0,32	0,27	0,27	0,29	0,28	0,26	0,29	0,29	0,25	3,72
A5	İş Yapısı	0,26	0,29	0,37	0,33	0,00	0,32	0,25	0,28	0,29	0,28	0,27	0,29	0,30	0,27	3,81
A6	Kalite	0,25	0,28	0,35	0,31	0,33	0,00	0,27	0,28	0,29	0,28	0,28	0,29	0,29	0,28	3,78
A7	Lojistik Mühendislik ve Teknik Kab.	0,23	0,29	0,36	0,33	0,33	0,33	0,00	0,27	0,29	0,27	0,25	0,29	0,30	0,28	3,82
A8	Satın Alma Koşulları	0,25	0,26	0,35	0,33	0,34	0,32	0,27	0,27	0,00	0,28	0,27	0,29	0,30	0,28	3,81
A9	Servis ve Hizmet	0,26	0,28	0,36	0,32	0,33	0,32	0,26	0,28	0,29	0,00	0,27	0,29	0,30	0,27	3,82
A10	Teslimat Üretim (İş g., Sis., Kap.,Esn.)	0,21	0,28	0,37	0,32	0,33	0,33	0,24	0,28	0,29	0,28	0,00	0,29	0,29	0,27	3,79
A11	Yönetim Sistemi ve Taahhüdü	0,25	0,28	0,36	0,32	0,33	0,32	0,26	0,28	0,28	0,29	0,28	0,00	0,30	0,27	3,80
A12	Çevre (Yeşil Tedarik)	0,26	0,28	0,36	0,32	0,33	0,32	0,26	0,29	0,30	0,29	0,28	0,29	0,00	0,28	3,87
A13		0,25	0,27	0,35	0,31	0,31	0,31	0,24	0,26	0,28	0,26	0,26	0,27	0,29	0,00	3,65
A14																
	Sum	3,22	3,62	4,64	4,20	4,25	4,16	3,34	3,60	3,74	3,61	3,47	3,73	3,83	3,58	
	Max	4,64														

Adım 5. Normalleştirilmiş direk ilişki matrisi S'yi hazırlanır.

Çalışma, tüm ana diyagonal elemanların 1 ile 0 arasında olduğu teori kısmında belirtilen formül yardımıyla normalleştirilmiş bir direk ilişki matrisi S elde eder. Normalleştirilmiş direk ilişki matrisi, aşağıdaki tabloda gösterilmiştir:

Tablo 21. Bulanık DEMATEL Yöntemi Normalleştirilmiş Direk İlişki Matrisi

Kriter No	Kriter Adı	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14
		Zij	Zij	Zij	Zij	Zij	Zij	Zij	Zij	Zij	Zij	Zij	Zij	Zij	Zij
A1	Arge	0,00	0,06	0,08	0,07	0,07	0,07	0,05	0,06	0,06	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06
A2	Ekonomik Durumu	0,05	0,00	0,08	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
A3	Fiyat	0,06	0,06	0,00	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
A4	Güven	0,05	0,06	0,08	0,00	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05
A5	İş Yapısı	0,06	0,06	0,08	0,07	0,00	0,07	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
A6	Kalite	0,05	0,06	0,07	0,07	0,07	0,00	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
A7	Lojistik	0,05	0,06	0,08	0,07	0,07	0,07	0,00	0,06	0,06	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06
A8	Mühendislik ve Teknik Kab.	0,05	0,06	0,08	0,07	0,07	0,07	0,05	0,00	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
A9	Satın Alma Koşulları	0,05	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,00	0,06	0,06	0,06	0,07	0,06
A10	Servis ve Hizmet	0,06	0,06	0,08	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,00	0,06	0,06	0,06	0,06
A11	Teslimat	0,05	0,06	0,08	0,07	0,07	0,07	0,05	0,06	0,06	0,06	0,00	0,06	0,06	0,06
A12	Üretim (İş g., Sis., Kap.,Esn.)	0,05	0,06	0,08	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,00	0,06	0,06
A13	Yönetim Sistemi ve Taahhüdü	0,06	0,06	0,08	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,00	0,06
A14	Çevre (Yeşil Tedarik)	0,05	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,00

Adım 6. Toplam ilişki matrisi M hazırlanır.

Toplam ilişki matrisi M, normalleştirilmiş direk ilişki matrisinden aşağıdaki eşitlik kullanılarak elde edilir:

$$\text{Eşitlik : } M = X (I-X)^{-1}$$

Adım 7. Satır ve sütunların toplamını alınır.

Satırların toplamı ve sütunların toplamı aşağıdaki gibi toplam ilişki matrisi M içinde D ve R olarak ayrı ayrı gösterilir: Satırların toplamı = 3.790, 4.212, 5.329, 4.856, 4.906, 4.810, 3.912, 4.201, 4.347, 4.218, 4.062, 4.346, 4.448, 4.167.

Sütunların toplamı = 4.373, 4.438, 4.360, 4.329, 4.429, 4.390, 4.434, 4.428, 4.422, 4.440, 4.403, 4.422, 4.491, 4.247.

Adım 8. Merkezi rol ve ilişki dereceleri belirlenir.

Hesaplama Excel yardımıyla yapılmıştır. İkinci hesaplamada, doğrudan / dolaylı matris M değerlerini hesaplıyoruz. Sonuçlar aşağıdaki Merkezi Rol Derece Tablosunda gösterilmiştir:

Tablo 22. Bulanık DEMATEL Yöntemi Merkezi Rol Derece Tablosu

Kriter No	Kriter Adı	R	D	D+R	D-R
A1	Arge	3,790	4,373	8,163	0,583
A2	Ekonomik Durumu	4,212	4,438	8,650	0,226
A3	Fiyat	5,329	4,360	9,689	-0,969
A4	Güven	4,856	4,329	9,184	-0,527
A5	İş Yapısı	4,906	4,429	9,335	-0,478
A6	Kalite	4,810	4,390	9,200	-0,420
A7	Lojistik	3,912	4,434	8,345	0,522
A8	Mühendislik ve Teknik Kabiliyeti	4,201	4,428	8,628	0,227
A9	Satın Alma Koşulları	4,347	4,422	8,769	0,076
A10	Servis ve Hizmet	4,218	4,440	8,658	0,221
A11	Teslimat	4,062	4,403	8,465	0,341
A12	Üretim (İş gücü, Sistem, Kapasite, Esneklik)	4,346	4,422	8,767	0,076
A13	Yönetim Sistemi ve Taahhüdü	4,448	4,491	8,939	0,043
A14	Çevre (Yeşil Tedarik)	4,167	4,247	8,413	0,080

Adım 9. Nedensel diyagram hazırlanır.

Nedensel diyagram, merkezi rol derecesine sahip yatay eksen (D+R) tarafından oluşturulmuştur. İlişki derecesi olan dikey eksen (D-R)' dir.

D ve R, satırların ve sütunların toplamını gösterir. Son olarak, (D+R, D-R) veri setinin eşlenmesiyle neden ve etki grafiği elde edilebilir, burada yatay eksen (D+R); D'ye R eklenmesiyle ve dikey eksen (D-R) R'nin D'den çıkarılmasıyla yapılır (Chang, B., ve ark. 2011).

$$M = m_{ij}, i, j = 1, 2, \dots, n$$

$$D = \left(\sum_{j=1}^n m_{ij} \right)_{n \times 1}$$

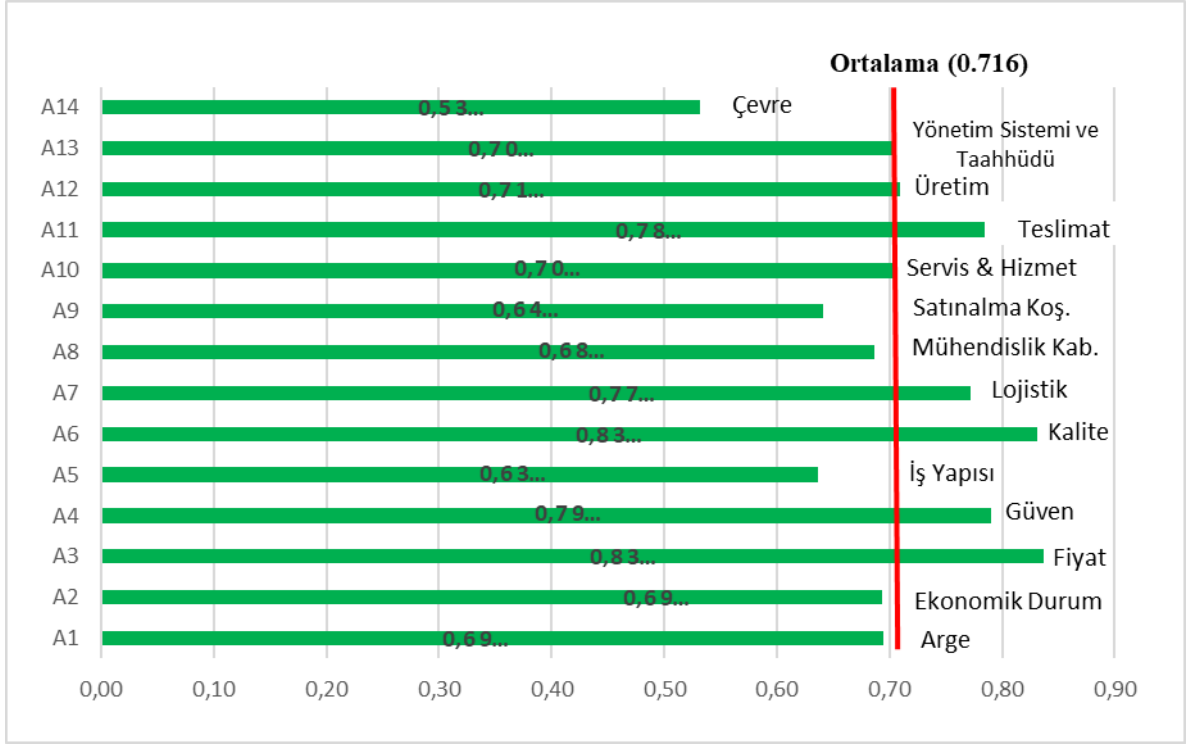
$$R = \left(\sum_{i=1}^n m_{ij} \right)_{1 \times n}$$

Ayrıca bu adımların sonunda TOPSIS ve VIKOR yöntemlerinde tedarikçi değerlendirilmesinde kullanılmak üzere, 50 uzmandan alınan 14 kritere ait değerler; üçgen bulanık dilsel ölçek tablosu yardımıyla üçgen bulanık değerlere (l_{ort} , m_{ort} , u_{ort}) çevrilir (Tablo 23):

Tablo 23 Bulanık DEMATEL Yöntemi, Kriterlerin Bulanık Önem Ağırlıkları

Tedarikçi Seçim Kriterleri		Her bir kriterin bulanık önem ağırlıkları			
Kriter	Kriter Adı	l	m	u	ort
A1	Arge	0,46	0,71	0,92	0,695
A2	Ekonomik Durumu	0,46	0,71	0,92	0,693
A3	Fiyat	0,64	0,89	0,99	0,837
A4	Güven	0,58	0,83	0,97	0,790
A5	İş Yapısı	0,40	0,65	0,86	0,637
A6	Kalite	0,63	0,88	0,99	0,832
A7	Lojistik	0,55	0,80	0,97	0,772
A8	Mühendislik ve Teknik Kabiliyeti	0,45	0,70	0,91	0,687
A9	Satın Alma Koşulları	0,41	0,66	0,87	0,642
A10	Servis ve Hizmet	0,48	0,73	0,91	0,707
A11	Teslimat	0,57	0,82	0,97	0,785
A12	Üretim (İş gücü, Sistem, Kapasite, Esneklik)	0,48	0,73	0,92	0,710
A13	Yönetim Sistemi ve Taahhüdü	0,48	0,73	0,91	0,703
A14	Çevre (Yeşil Tedarik)	0,30	0,54	0,76	0,532

50 uzmandan alınan verilere göre kriterlerin bulanık değerlerinin genel durumu aşağıdaki grafikte gösterilmektedir:



Şekil 10. Kriterlerin Bulanık En İyi Performans Değerleri

Bu grafiğe göre kriterlerin önem derecesi en yüksek seviyede olan ve en iyi tedarikçi seçim kriterleri sırasıyla, A3 Fiyat (0,837), A6 Kalite (0,832), A4 Güven (0,790), A11 Teslimat (0,785) ve A7 Lojistik (0,772) ortalamanın üzerinde bulanık kriter ağırlık değerlerine sahiptir. A12 Üretim (İş gücü, Sistem, Kapasite, Esneklik) (0,710), A10 Servis ve Hizmet (0,707), A13 Yönetim Sistemi ve Taahhüdü (0,703), A1 Arge (0,695), A2 Ekonomik Durumu (0,693), A8 Mühendislik ve Teknik Kabiliyeti (0,687), A9 Satın alma Koşulları (0,642), A5 İş Yapısı (0,637) ve A14 Çevre (Yeşil Tedarik) (0,533) kriterleri; ortalamanın altında bulanık kriter ağırlık değerlerine sahiptir.

3.10.3 Anlamlılık Değerlendirme Kriterlerinin İncelenmesi

Bu çalışma, önemli değerlendirme kriterlerini bulmak için uzman görüşmelerinden 50 anketi birleştirmekte ve daha sonra Tablo 24.'de gösterilen ortalama değerleri hesaplanmaktadır. Araştırma sonuçları, önem değeri 3.5'ten büyük veya ona eşit olan en önemli iki kriteri: (3) Fiyat ve (6) Kalite dir. Bu kriterler (4) Güven, (11) Teslimat, (7) Lojistik, (10) Servis ve Hizmet, (12) Üretim (İş gücü,

Sistem, Kapasite, Esneklik), (13) Yönetim Sistemi ve Taahhüdü, (1) Arge (araştırma-geliştirme), (2) Ekonomik durum, (8) Mühendislik ve Teknik Kabiliyet, (9) Satın alma Koşulları, (5) İş yapısı, (14) Çevre (Yeşil Tedarik) kriterlerinden daha yüksek önem değerine sahiptir.

Tablo 24. Bulanık DEMATEL Yöntemi, Kriterlerin Göreceli Ağırlıkları

Kriter No	Kriter Adı	Ortalama Değer	Sıralama
A3	Fiyat	3,54	1
A6	Kalite	3,52	2
A4	Güven	3,30	3
A11	Teslimat	3,28	4
A7	Lojistik	3,20	5
A10	Servis ve Hizmet	2,92	6
A12	Üretim (İş gücü, Sistem, Kapasite, Esneklik)	2,92	7
A13	Yönetim Sistemi ve Taahhüdü	2,90	8
A1	Arge	2,84	9
A2	Ekonomik Durumu	2,82	10
A8	Mühendislik ve Teknik Kabiliyeti	2,80	11
A9	Satın alma Koşulları	2,62	12
A5	İş Yapısı	2,60	13
A14	Çevre (Yeşil Tedarik)	2,16	14

3.10.4 Merkezi Rol ve İlişkinin Derecesinin İncelenmesi

Bu çalışma, toplam ilişki matrisi M'den önemli değerlendirme kriterlerini elemek için bir eşik değeri belirler. DEMATEL'deki merkezi rolün derecesi $(Dx+Rx)$ hem gönderilen hem de alınan etkilerin gücünü temsil eder. Diğer bir deyişle, eğer $(Dx-Rx) > 0$ ise, değerlendirme ölçütü x, etkisini diğer değerlendirme kriterlerine göre daha fazla gönderir. Eğer $(Dx-Rx) < 0$ ise, değerlendirme ölçütü x, etkisini diğer değerlendirme kriterlerinden daha fazla alır. $(Dx-Rx)$ değerleri “Merkezi Rol Derece Tablosunda” verilmektedir.

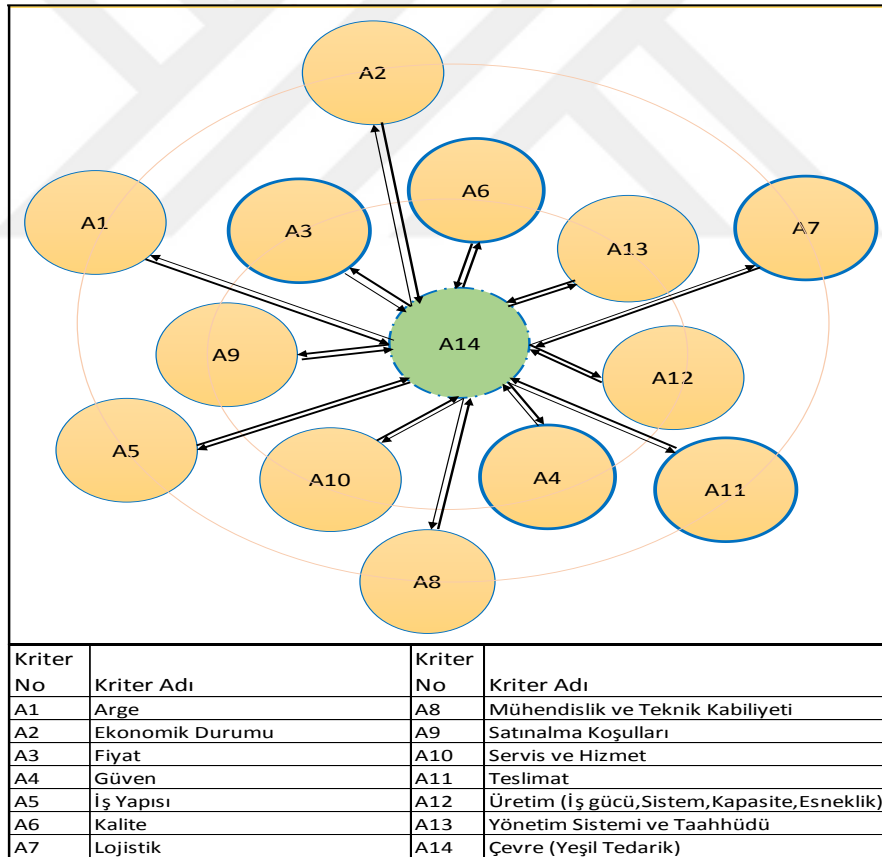
3.10.5 Strateji Haritası ve Nedensel Diyagram

Strateji haritası, neden ve sonuç modeli arasındaki ilişkiyi gösteren bir organizasyon stratejisidir. Çalışma, bir strateji haritası oluşturmak için bulanık

DEMATEL yönteminden nedensel ilişkilerin değerlendirme kriterlerini bulmaktadır. Toplam ilişki matrisinin sonuçlarına dayanarak, SCM tedarikçisi seçim kriterleri arasındaki nedensel ilişkiler strateji haritası ve nedensel diyagram olarak Şekil 11. ve Şekil 12.'de gösterilmektedir.

Strateji haritasında $Z_{xy} \geq 0.3$ olduğunda iki kriter arasındaki ilişki, kalın ok ile gösterilmekte, (Z_{xy} : Toplam ilişki değeri, x ölçütünden y ölçütüne olan ilişki), $0.3 > Z_{xy} \geq 0.25$ olduğunda iki kriter arasındaki ilişki ince ok ile gösterilmekte ve $Z_{xy} < 0.25$ olduğunda ise iki kriter arasında ilişki olmayıp, hiç ok bulunmamaktadır.

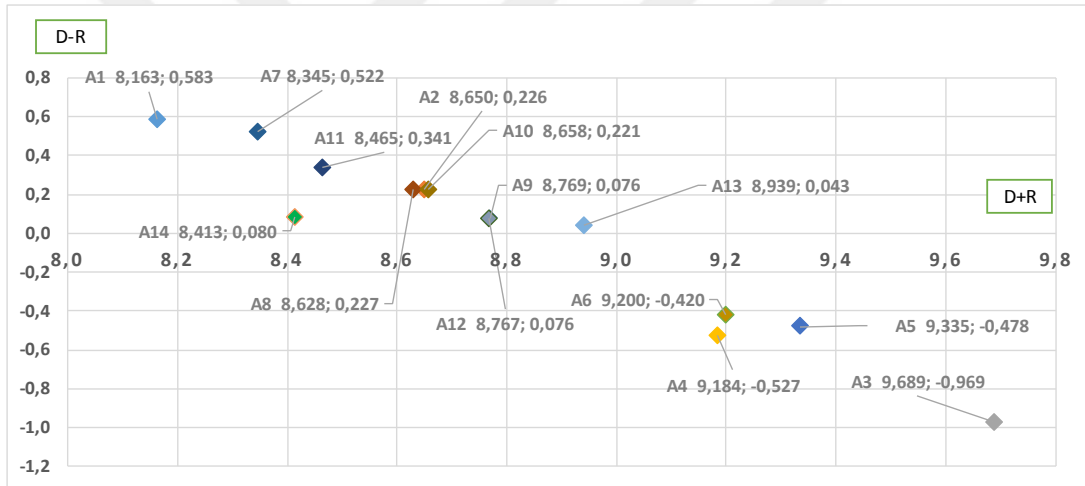
Yine strateji haritasında her bir kritere ait önem değeri (V_i), $V_i \geq 3$ olduğunda kalın çizgili daire içine alınarak, $3 > V_i \geq 2.5$ olduğunda ince çizgili daire içine alınarak ve $V_i < 2.5$ olduğunda ise noktalı çizgi ile daire içine alınarak gösterilmektedir.



Şekil 11. Tedarikçi Seçim Kriterleri Strateji Haritası

M toplam ilişki matrisinde A14 Çevre (Yeşil Tedarik) kriterinin diğer kriterlerle olan ilişkisi yukarıdaki “Tedarikçi Seçim Kriterleri Strateji” haritasında

gösterilmiştir. Bu grafiğe göre A14 Çevre (Yeşil Tedarik) kriteri sırasıyla; A3 Fiyat, A4 Güven, A5 İş Yapısı, A6 Kalite, A9 Satın alma Koşulları, A12 Üretim ((İş gücü, Sistem, Kapasite, Esneklik) ve A13 Yönetim Sistemi ve Taahhüt kriterlerini diğer kriterlere göre daha çok etkilediği tespit edilmiş olup, grafikte kalın ok ile, bunun dışındaki A1 Arge (araştırma-geliştirme), A2 Ekonomik durum, A7 Lojistik, A8 Mühendislik ve Teknik Kabiliyet, A10 Servis ve Hizmet ve A11 Teslimat kriterlerini daha az etkilediği tespit edilmiş, grafikte ince ok ile gösterilmiştir. Yine aynı grafikte A14 Çevre (Yeşil Tedarik) Kriterinin A3 Fiyat ve A4 Güven kriterleri dışındaki diğer tüm kriterlerden yüksek derecede etkilendiği bulunmuştur. Grafikte kalın ok ile gösterilmiştir. Yine A14 Çevre (Yeşil Tedarik) Kriterinin A3 Fiyat ve A4 Güven kriterlerinden orta derecede etkilendiği bulunmuştur. Grafikte ince ok ile gösterilmiştir.



Kriter No	Kriter Adı	Kriter No	Kriter Adı
A1	Arge	A8	Mühendislik ve Teknik Kabiliyeti
A2	Ekonomik Durumu	A9	Satınalma Koşulları
A3	Fiyat	A10	Servis ve Hizmet
A4	Güven	A11	Teslimat
A5	İş Yapısı	A12	Üretim (İş gücü, Sistem, Kapasite, Esneklik)
A6	Kalite	A13	Yönetim Sistemi ve Taahhüdü
A7	Lojistik	A14	Çevre (Yeşil Tedarik)

Şekil 12. Bulanık DEMATEL Yöntemi, Nedensel Diyagram

Tablo 22.de “Merkezi rol derece tablosu”nda gösterilen değerlere göre oluşturulan Şekil 12.deki “Nedensel Diyagram” grafiğine göre D-R değeri pozitif değerlere sahip olan kriterler, diğer kriterler üzerinde daha yüksek etkiye sahip olmakla birlikte daha yüksek önceliktedirler. Bu kriterler gönderici ya da etkileyici konumdadırlar. D-R’de negatif değerlere sahip olan kriterler diğer kriterlere göre

daha fazla etkilendirirler. Bu kriterler daha düşük önceliğe sahip olduklarından alıcı olarak adlandırılırlar. D+R değerleri her bir kriterin diğer kriterlerle olan ilişkisini göstermektedir. D+R’de değeri yüksek olan kriterler diğer kriterlerle daha çok ilişkilidir. D+R değerleri düşük olan kriterler; diğer kriterlere nazaran daha az ilişkiye sahip kriterlerdir. Bu grafiğe göre A14 Çevre (Yeşil Tedarik) kriterinin D-R değeri (+0,080) pozitif olduğu için diğer kriterleri etkilemekte olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca D+R değeri (+8,413) yüksek seviyededir; ancak diğer kriterlere kıyasla daha düşük seviyededir.

Bunun yanı sıra A3 Fiyat kriterinin D+R değeri en yüksek (+9,689) değere sahip olup, en güçlü ve en etkili satın alma kriteri; yine bu kriterin D-R değeri (-0,969) en düşük değer olup, diğer kriterlerden etkilenme gücünün yüksek olduğu gözlenmiştir.

Nedensel Diyagramın sonuçları özetlendiğinde, diğer kriterler üzerinde etkisi yüksek olan kriterler sırasıyla Arge, Lojistik, Teslimat, Mühendislik ve Teknik Kabiliyeti, Ekonomik Durumu, Servis ve Hizmet, Çevre (Yeşil Tedarik), Üretim (İş gücü, Sistem, Kapasite, Esneklik), Satın alma Koşulları ile Yönetim Sistemi ve Taahhüdü olduğu görülmüştür. Diğer kriterlerden daha çok etkilenen kriterler ise sırasıyla Fiyat, Güven, İş Yapısı ve Kalite kriterleri olduğu görülmüştür.

3.11 Belirlenen Kriterlerin Uzman Görüşlerine Göre Bulanık TOPSIS Yöntemi Yardımıyla Uygun Tedarikçinin Seçilmesi

İkinci uygulama aşamasında Bulanık DEMATEL Yönteminde kullandığımız 14 kriter ağırlıkları kullanılarak; belirlenen 3 Gıda İşletmesi içerisinde hangisinin uygun bir tedarikçi olduğunu, Bulanık TOPSIS yöntemi ile Gıda konusunda uzman, 3 kişi tarafından değerlendirme işlemi yapılacaktır.

Belirlenen 3 Gıda işletmesine ait bilgiler aşağıda sırasıyla işletme isimleri verilmeden belirtilmiştir:

İlk gıda işletmesi üretim, satış, dağıtım ve kaynak bakımından 4 kıtada 20’den fazla ülkede, ana faaliyet alanı bitkisel yağlar (spesiyal yağlar, endüstriyel yağlar ve pastacılık yağları) üretimi üzerine olan, 100’den fazla ülkeye satış yapan, 3.800’den fazla çalışana sahip, küresel bir gıda işletmesidir. 1953 yılında Türkiye’de

üretimine başlayan işletme, 1960'lı yıllardan bu yanada, Türk pastacılık sektörü ve gıda endüstrisi için çok önemli hammaddelerden olan bitkisel yağlar ve margarinlerin üretimini yapmaktadır. ISO 22000, BRC gibi önemli kalite sertifikalarına sahiptir.

İkinci gıda işletmesi 1979 yılında Türkiye'de önce sabun ve deterjan üzerine kurulmuş; 1980 yılında ise ana faaliyet alanını yağ olarak belirleyerek yoluna devam eden, yerli bir işletmedir. Türkiye'de aynı ilde 2'si üretim ve 1'i depolama olmak üzere 3 tesise sahiptir. 1000'in üzerinde çalışana sahiptir. Ayçiçek yağı, zeytinyağı, mısır yağı, bitkisel margarin, kanola yağı, endüstriyel margarin ve omega 3 yağı üretmekte olup, 100'den fazla ülkeye ihracat yapmaktadır. İstanbul Sanayi Odası'nın ilk 500 listesinde yer almaktadır. ISO 9001, ISO 22000, IFS International Food Standard Gıda Kalite Belgesi, Helal ve Tayyib Sertifikası belgelerine sahiptir.

Üçüncü gıda işletmesi, 1992 yılında kurulum aşamasına başlamış, 1994 yılında yemeklik likit yağ, kahvaltılık yağ, endüstriyel ve pastacılık margarinleri üretmeye başlayan yerli bir işletmedir. 2'si Türkiye'nin farklı illerinde ve 1'i Güneydoğu Asya'da olmak üzere 3 adet üretim tesisi bulunmaktadır. 650'nin üzerinde çalışana sahiptir. ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001, ISO 22000, ISO 27001, ISO 50001, AIB (American Institute of Baking) Gıda Güvenliği Sertifikası, BRC Gıda Güvenliği Sertifikası, Helal ve Tayyib Sertifikası belgelerine sahiptir. Aynı zamanda işletme, kendi elektriğini kendisi üretmektedir.

Değerlendirmeye katılan 3 uzmana ait bilgiler aşağıda sırasıyla isimleri verilmeden belirtilmiştir:

İlk uzman Gıda Mühendisi olup yaklaşık 15 yıllık tecrübeye sahiptir. ISO 500'de yer alan, Gıda sektöründe faaliyet gösteren, kurumsal bir işletmede Araştırma ve Geliştirme Direktörü olarak çalışmaktadır. İkinci uzman Kimya bölümü mezunu olup, yaklaşık 15 yıllık tecrübeye sahiptir. ISO 500'de yer alan, Gıda sektöründe faaliyet gösteren, kurumsal bir işletmede Kalite Kontrol ve Güvence Müdürü olarak çalışmaktadır. Üçüncü uzman Endüstri Mühendisi olup, 10 yıllık bir tecrübeye sahiptir. ISO 500'de yer alan ve Gıda sektöründe faaliyet gösteren, kurumsal bir işletmede Satın alma Yöneticisi olarak çalışmaktadır.

Bulanık TOPSIS metoduna göre yapılan tedarikçi değerlendirme çalışmasında; literatürde (Özdemir, M., 2018) ve (Sari, K., 2018) uygulama

çalışmaları esas alınmış, bu çalışmaya özgü excel tablosu hazırlanmış ve doğrulama yapılarak hesaplama işlemleri gerçekleştirilmiştir.

İlk aşamada bu metotta kullanılacak üçgen bulanık dilsel ölçek belirlenir (Tablo 25, Tablo 26):

Tablo 25. Bulanık TOPSIS Yöntemi, Bulanık Dilsel Ölçek

Bulanık Terimler	Etki Skoru	Üçgen Bulanık Sayılar		
		l	m	u
Etkisiz	0	0,00	0,00	0,25
Düşük Etki	1	0,00	0,25	0,50
Orta Etki	2	0,25	0,50	0,75
Yüksek Etki	3	0,50	0,75	1,00
Çok Yüksek Etki	4	0,75	1,00	1,00

Kaynak: Feng, G.C., Ma, F. (2020). Identification of the factors that influence service innovation in manufacturing enterprises by using the fuzzy DEMATEL method. Journal of Cleaner Production, p:10.

Tablo 26. Bulanık TOPSIS Yöntemi, Dilsel Değerler ve Bulanık Ölçek

	Üçgen Bulanık Sayılar		
	l	m	u
Çok zayıf (VP)	0	1	3
Zayıf (P)	1	3	5
Orta (M)	3	5	7
İyi (G)	5	7	9
Çok iyi (VG)	7	9	10

Kaynak: Sarı, K., Suslu, M. (2018). A modeling approach for evaluating green performance of a hotel supply chain. Technological Forecasting and Social Change, p:5.

Değerlendirme yapılacak 3 işletme sırasıyla Tedarikçi A, Tedarikçi B ve Tedarikçi C olarak tanımlansın. Bu 3 tedarikçiyi, konusunda uzman 3 yönetici tarafından, belirlenen 14 kritere göre değerlendirmesi istenir. Aşağıdaki tabloda her bir yöneticinin 3 Gıda Tedarikçisi için yaptığı değerlendirmeler bulunmaktadır (Tablo 27):

Tablo.27 Her Bir Kriter GÖRE Üretim İşletmesi Tedarik Zinciri İçin Sözel (Şifai) Değerlendirmeler

	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
Kriter	Tedarikçi A			Tedarikçi B			Tedarikçi C		
A1	VG	VG	G	M	G	M	G	G	G
A2	VG	VG	VG	G	G	G	P	G	G
A3	P	P	P	G	M	M	G	M	G
A4	VG	VG	VG	G	G	G	G	G	G
A5	VG	VG	M	M	G	VG	VG	G	VG
A6	VG	VG	VG	G	M	G	G	G	G
A7	M	G	M	G	M	M	G	G	G
A8	VG	VG	G	G	G	G	G	G	G
A9	P	G	M	VG	G	G	G	G	G
A10	VG	VG	G	G	G	G	G	G	G
A11	G	G	G	G	G	VG	G	G	VG
A12	G	G	M	M	G	G	M	G	M
A13	VG	VG	VG	G	G	VG	G	G	VG
A14	VG	G	VG	M	G	G	M	G	G

M:Yönetici

A:Kriter

Yapılan değerlendirmeler her 3 yönetici için bulanık sayılara çevrilir (Tablo 28, Tablo 29, Tablo 30):

Tablo 28. Bulanık Karar Matrisi (1.Yönetici)

	M1 1.Yönetici								
Kriter	Tedarikçi A			Tedarikçi B			Tedarikçi C		
A1	7	9	10	3	5	7	5	7	9
A2	7	9	10	5	7	9	1	3	5
A3	1	3	5	5	7	9	5	7	9
A4	7	9	10	5	7	9	5	7	9
A5	7	9	10	3	5	7	7	9	10
A6	7	9	10	5	7	9	5	7	9
A7	3	5	7	5	7	9	5	7	9
A8	7	9	10	5	7	9	5	7	9
A9	1	3	5	7	9	10	5	7	9
A10	7	9	10	5	7	9	5	7	9
A11	5	7	9	5	7	9	5	7	9
A12	5	7	9	3	5	7	3	5	7
A13	7	9	10	5	7	9	5	7	9
A14	7	9	10	3	5	7	3	5	7

Tablo 29. Bulanık Karar Matrisi (2.Yönetici)

M2		2.Yönetici								
Kriter	Tedarikçi A			Tedarikçi B			Tedarikçi C			
A1	7	9	10	5	7	9	5	7	9	
A2	7	9	10	5	7	9	5	7	9	
A3	1	3	5	3	5	7	3	5	7	
A4	7	9	10	5	7	9	5	7	9	
A5	7	9	10	5	7	9	5	7	9	
A6	7	9	10	3	5	7	5	7	9	
A7	5	7	9	3	5	7	5	7	9	
A8	7	9	10	5	7	9	5	7	9	
A9	5	7	9	5	7	9	5	7	9	
A10	7	9	10	5	7	9	5	7	9	
A11	5	7	9	5	7	9	5	7	9	
A12	5	7	9	5	7	9	5	7	9	
A13	7	9	10	5	7	9	5	7	9	
A14	5	7	9	5	7	9	5	7	9	

Tablo 30. Bulanık Karar Matrisi (3.Yönetici)

M3		3.Yönetici								
Kriter	Tedarikçi A			Tedarikçi B			Tedarikçi C			
A1	5	7	9	3	5	7	5	7	9	
A2	7	9	10	5	7	9	5	7	9	
A3	1	3	5	3	5	7	5	7	9	
A4	7	9	10	5	7	9	5	7	9	
A5	3	5	7	7	9	10	7	9	10	
A6	7	9	10	5	7	9	5	7	9	
A7	3	5	7	3	5	7	5	7	9	
A8	5	7	9	5	7	9	5	7	9	
A9	3	5	7	5	7	9	5	7	9	
A10	5	7	9	5	7	9	5	7	9	
A11	5	7	9	7	9	10	7	9	10	
A12	3	5	7	5	7	9	3	5	7	
A13	7	9	10	7	9	10	7	9	10	
A14	7	9	10	5	7	9	5	7	9	

Yukarıdaki 3 tablonun aşağıdaki eşitliğe göre aritmetik ortalaması alınır (Tablo 31):

$$\tilde{X}_{ij} = 1/K (\tilde{X}_{ij}^1 \oplus \tilde{X}_{ij}^2 \oplus \dots \oplus \tilde{X}_{ij}^k)$$

Tablo 31. Bulanık Karar Matrisi (Ortalama)

M123

Kriter	Tedarikçi A			Tedarikçi B			Tedarikçi C		
A1	6,33	8,33	9,67	3,67	5,67	7,67	5,00	7,00	9,00
A2	7,00	9,00	10,00	5,00	7,00	9,00	3,67	5,67	7,67
A3	1,00	3,00	5,00	3,67	5,67	7,67	4,33	6,33	8,33
A4	7,00	9,00	10,00	5,00	7,00	9,00	5,00	7,00	9,00
A5	5,67	7,67	9,00	5,00	7,00	8,67	6,33	8,33	9,67
A6	7,00	9,00	10,00	4,33	6,33	8,33	5,00	7,00	9,00
A7	3,67	5,67	7,67	3,67	5,67	7,67	5,00	7,00	9,00
A8	6,33	8,33	9,67	5,00	7,00	9,00	5,00	7,00	9,00
A9	3,00	5,00	7,00	5,67	7,67	9,33	5,00	7,00	9,00
A10	6,33	8,33	9,67	5,00	7,00	9,00	5,00	7,00	9,00
A11	5,00	7,00	9,00	5,67	7,67	9,33	5,67	7,67	9,33
A12	4,33	6,33	8,33	4,33	6,33	8,33	3,67	5,67	7,67
A13	7,00	9,00	10,00	5,67	7,67	9,33	5,67	7,67	9,33
A14	6,33	8,33	9,67	4,33	6,33	8,33	4,33	6,33	8,33

Max 10,00

Tüm bulanık değerler, aşağıdaki eşitlikler yardımıyla maksimum değere bölünür; normalize edilmiş bulanık karar matrisi elde edilir (Tablo 32):

Tablo 32. Normalize Edilmiş Bulanık Karar Matrisi

M123

Kriter	Tedarikçi A			Tedarikçi B			Tedarikçi C		
	A1	0,63	0,83	0,97	0,37	0,57	0,77	0,50	0,70
A2	0,70	0,90	1,00	0,50	0,70	0,90	0,37	0,57	0,77
A3	0,10	0,30	0,50	0,37	0,57	0,77	0,43	0,63	0,83
A4	0,70	0,90	1,00	0,50	0,70	0,90	0,50	0,70	0,90
A5	0,57	0,77	0,90	0,50	0,70	0,87	0,63	0,83	0,97
A6	0,70	0,90	1,00	0,43	0,63	0,83	0,50	0,70	0,90
A7	0,37	0,57	0,77	0,37	0,57	0,77	0,50	0,70	0,90
A8	0,63	0,83	0,97	0,50	0,70	0,90	0,50	0,70	0,90
A9	0,30	0,50	0,70	0,57	0,77	0,93	0,50	0,70	0,90
A10	0,63	0,83	0,97	0,50	0,70	0,90	0,50	0,70	0,90
A11	0,50	0,70	0,90	0,57	0,77	0,93	0,57	0,77	0,93
A12	0,43	0,63	0,83	0,43	0,63	0,83	0,37	0,57	0,77
A13	0,70	0,90	1,00	0,57	0,77	0,93	0,57	0,77	0,93
A14	0,63	0,83	0,97	0,43	0,63	0,83	0,43	0,63	0,83

Normalize edilen değerler, aşağıdaki eşitlik yardımıyla; kriter ağırlıkları ile çarpılarak, ağırlıklandırılmış ve normalize edilmiş bulanık karar matrisi elde edilir (Tablo 33):

$$\tilde{V}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \otimes W_i$$

Tablo 33. Ağırlıklandırılmış, Normalize Edilmiş Bulanık Karar Matrisi

Kriter	a	b	c	d	e	f	g	h	ı
	Tedarikçi A			Tedarikçi B			Tedarikçi C		
A1	0,29	0,59	0,88	0,17	0,40	0,70	0,23	0,50	0,82
A2	0,32	0,63	0,92	0,23	0,49	0,83	0,17	0,40	0,71
A3	0,06	0,27	0,50	0,23	0,50	0,76	0,28	0,56	0,83
A4	0,40	0,74	0,97	0,29	0,58	0,87	0,29	0,58	0,87
A5	0,23	0,50	0,77	0,20	0,46	0,75	0,25	0,54	0,83
A6	0,44	0,79	0,99	0,27	0,56	0,82	0,32	0,62	0,89
A7	0,20	0,45	0,74	0,20	0,45	0,74	0,28	0,56	0,87
A8	0,29	0,58	0,88	0,23	0,49	0,82	0,23	0,49	0,82
A9	0,12	0,33	0,61	0,23	0,50	0,81	0,20	0,46	0,78
A10	0,30	0,61	0,88	0,24	0,51	0,82	0,24	0,51	0,82
A11	0,29	0,57	0,87	0,32	0,63	0,90	0,32	0,63	0,90
A12	0,21	0,46	0,77	0,21	0,46	0,77	0,18	0,41	0,71
A13	0,33	0,65	0,91	0,27	0,56	0,85	0,27	0,56	0,85
A14	0,19	0,45	0,73	0,13	0,34	0,63	0,13	0,34	0,63

3 Yöneticiden 14 kritere istinaden alınan değerlendirmelere göre bulanık pozitif ideal sonuçlar ve negatif ideal sonuçlar aşağıdaki eşitlikler yardımıyla hesaplanır:

$$FPIS = (\tilde{v}_1^+, \tilde{v}_2^+, \dots, \tilde{v}_n^+) \quad , \quad \tilde{v}_j^+ = (1,1,1) \times w_j$$

Tablo 34. Bulanık Pozitif ve Negatif İdeal Sonuçlar

Kriter	FPIS			FNIS		
	l	m	u	l	m	u
A1	0,46	0,71	0,92	0,00	0,00	0,00
A2	0,46	0,71	0,92	0,00	0,00	0,00
A3	0,64	0,89	0,99	0,00	0,00	0,00
A4	0,58	0,83	0,97	0,00	0,00	0,00
A5	0,40	0,65	0,86	0,00	0,00	0,00
A6	0,63	0,88	0,99	0,00	0,00	0,00
A7	0,55	0,80	0,97	0,00	0,00	0,00
A8	0,45	0,70	0,91	0,00	0,00	0,00
A9	0,41	0,66	0,87	0,00	0,00	0,00
A10	0,48	0,73	0,91	0,00	0,00	0,00
A11	0,57	0,82	0,97	0,00	0,00	0,00
A12	0,48	0,73	0,92	0,00	0,00	0,00
A13	0,48	0,73	0,91	0,00	0,00	0,00
A14	0,30	0,54	0,76	0,00	0,00	0,00

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

İşletmeler için “Normalize Edilmiş ve Ağırlıklandırılmış” karar matrisi (Tablo 33) ile “Bulanık Pozitif/Negatif İdeal Sonuçlar” (Tablo 34), arasındaki farkların kareleri alınır. Buradaki amaç; her bir işletme için belirlenen kriterlere ne kadar yakın olduğunu belirlemektir. Yani pozitif ideal çözüm ile negatif çözüme olan uzaklıkları en yakın olan işletmeyi bulmaktır.

Tüm kriterler baz alındığında hangi işletmenin en iyi performansa sahip olduğunu tespit edebilmek için (Overall Satisfaction Level) OSL yani genel memnuniyet seviyesi aşağıdaki eşitlik yardımıyla tüm işletmeler için hesaplanır. OSL seviyesi, iyi bir performans göstergesidir. Bu seviye 0 ile 1 arasında değerler almakta olup, çıkan sonuçlar 0’a yaklaştıkça memnuniyet beklenenin altında; 1’e yaklaştıkça memnuniyet beklenene yakın seviyede olduğu anlamını taşımaktadır (Tablo 35):

Tablo 35. Toplam Mesafe ve Memnuniyet Seviyesi

	d+	d-	Fark	Memnuniyet	Sıralama
Tedarikçi A	2,63	8,22	0,24	0,76	1
Tedarikçi C	2,89	7,98	0,27	0,73	2
Tedarikçi B	3,08	7,77	0,28	0,72	3

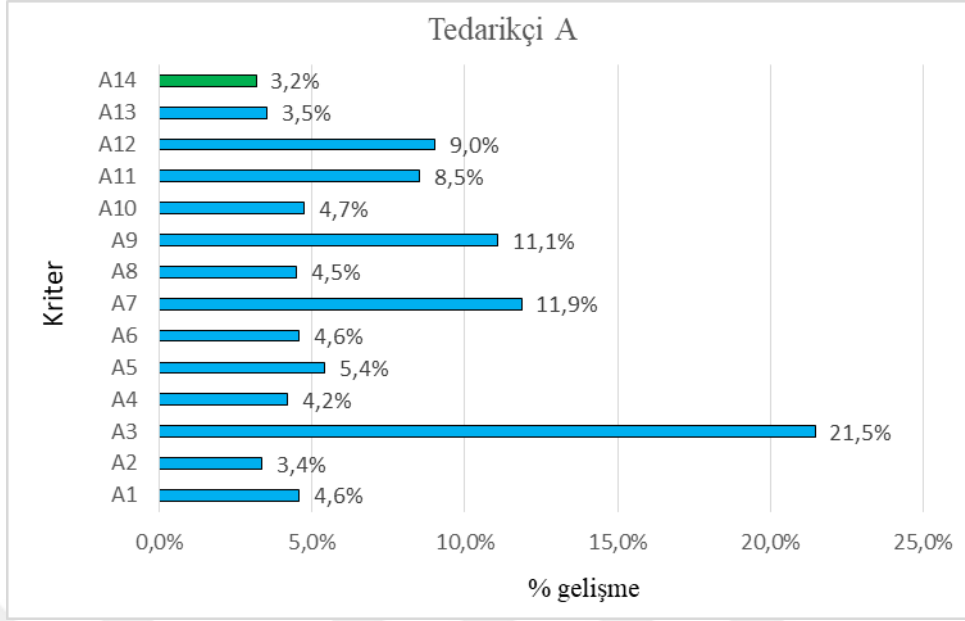
$$OSL_i = d_i^- / (d_i^+ + d_i^-), i = 1, 2, \dots, m; \quad j = 1, 2, \dots, n$$

Yapılan çalışmada 3 işletmeden en iyi memnuniyet seviyesinin 1'e en yakın değere sahip olan tedarikçinin, A tedarikçisi olduğu görülmektedir. Arzu edilen performans 1 olup, burada hesaplanan 0,76 değeri aslında, beklenen seviyeye gelebilmek için daha yapılması gereken iyileştirme şansı olduğunu göstermektedir. Bu da 0,24 ile ifade edilmektedir. Ayrıca yukarıdaki tabloda memnuniyet seviyesi Tedarikçi C için 0,73 ve Tedarikçi B için 0,72 olduğunu göstermektedir.

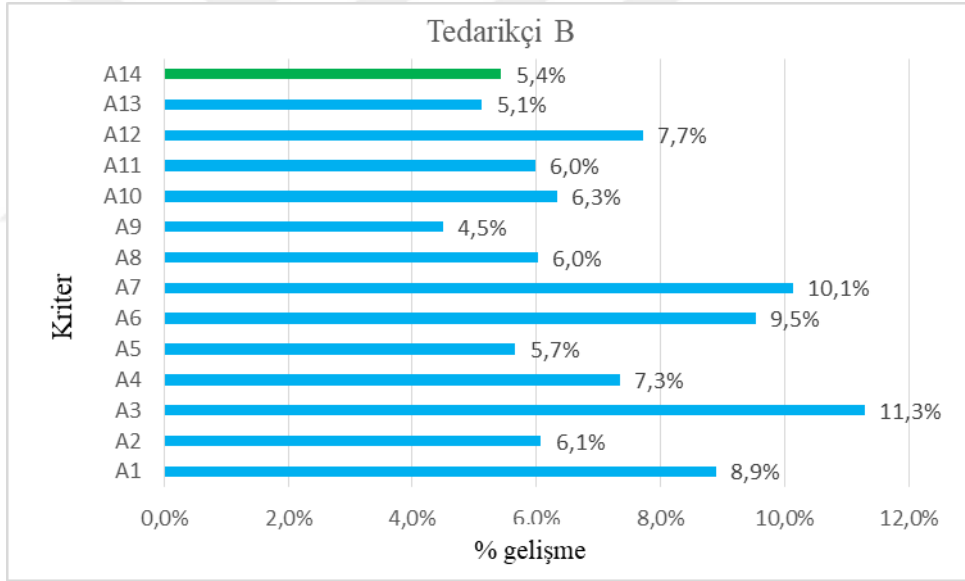
Belirlenen 14 tedarikçi seçim kriterinin uygulanmasında, hangi kriterlerin daha çok gelişmeye açık olduğu ve çevre kriteri açısından tedarikçilerin performans durumunu ölçebilmek için her bir işletme için tüm kriterlerin, CSL (Criteria Satisfaction Level) Kriter Memnuniyet Seviye değerlerini hesaplamamız gerekmektedir.

$$CSL_{ij} = d_i(\tilde{v}_{ij}, v_j^-) / (d_i(\tilde{v}_{ij}, v_j^+) + d_i(\tilde{v}_{ij}, v_j^-)), i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$$

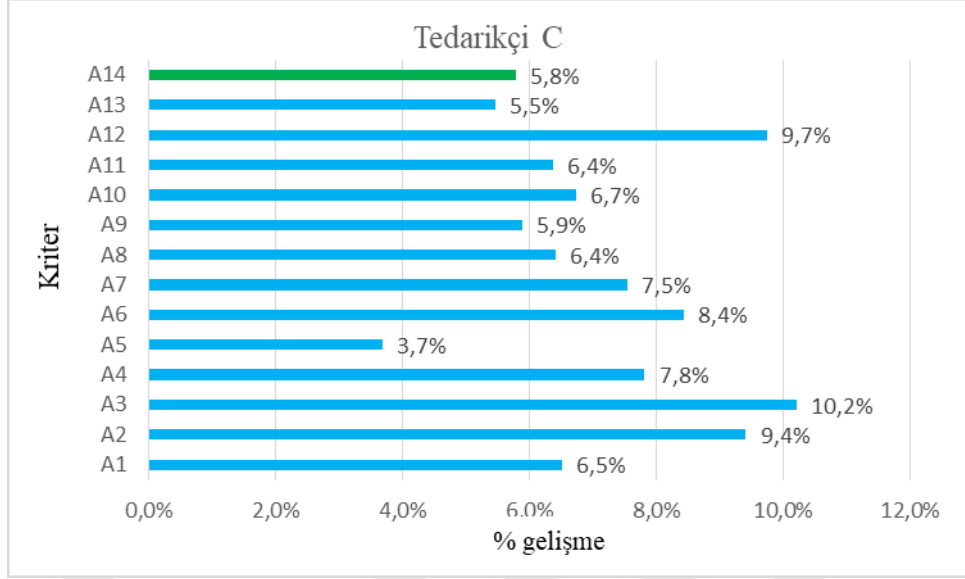
Yukarıda verilen eşitliğe göre bu değerler hesaplandığı takdirde aşağıda verilen şekildeki grafikler elde edilecektir. Aşağıda bulunan sırasıyla 3 grafik her bir kriterin, tedarikçilerin performansına katkısını göstermektedir:



Şekil 13. Her Bir Kriterin A Tedarikçisinin Performansına Katkısı



Şekil 14. Her Bir Kriterin B Tedarikçisinin Performansına Katkısı



Şekil 15. Her Bir Kriterin C Tedarikçisinin Performansına Katkısı

Bu 3 grafik incelendiğinde tüm kriterler bakımından en çok performansa sahip Tedarikçi A'da A3 no.lu kriter olan “Fiyat” kriterinin %21,5 ile en önemli kriter olduğu ve yine “Fiyat” kriterinin diğer işletmelerde de sırası ile Tedarikçi B’de %11,3 ve Tedarikçi C’de %10,2 ile en önemli kriter olarak değerlendirildiği görülmektedir.

Ancak A14 Çevre kriterinin diğer kriterlere göre etkisinin çok düşük seviyede olduğu gözlenmektedir. Sırasıyla Tedarikçi A’da %3,2, Tedarikçi B’de %5,4 ve Tedarikçi C’de %5,8 olduğu görülmektedir. Ayrıca tüm kriterler açısından en yüksek performansa sahip olan Tedarikçi A olmasına rağmen; yeşil kriterlere verilen önem ve yeşil kriterin toplam performansı etkileme derecesinin diğer işletmelerden daha az (%3,2) olduğu görülmektedir. Burada “Fiyat” duyarlı tercih yapıldığı “Çevre” kriterinin çok dikkate alınmadığı görülmüştür.

3.12 Belirlenen Kriterlerin Uzman Görüşlerine Göre Bulanık VIKOR Yöntemi Yardımıyla Uygun Tedarikçinin Seçilmesi

Üçüncü uygulama aşamasında Bulanık TOPSIS Yönteminde kullandığımız 14 kriteri kullanarak 3 Gıda İşletmesi içerisinde hangisinin uygun bir tedarikçi olduğunu yine aynı verileri kullanarak; Bulanık VIKOR yöntemine göre yeniden değerlendirilecektir.

Bulanık VIKOR metoduna göre yapılan tedarikçi değerlendirme çalışmasında; literatürde (Chen ve Wang, 2009), (Wang, T.C. ve ark. 2006) ve (Kuzu, S., 2018) uygulama çalışmaları esas alınmış, bu çalışmaya özgü “soft.onlineoutput.com/fuzzyvikor/” tarafından yazılan paket program kullanılmış ve hesaplama işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Bu uygulama çalışmasında ilk 5 adıma kadar teori kısmında belirtilen ilk 4 eşitlik kullanılarak excelde hesaplanmıştır. 5.adım ve sonrası paket program tarafından yapılmaktadır. Uygulama adımları aşağıda sırasıyla belirtilmiştir:

İlk adımda karar vericilerden oluşan bir grup oluşturularak (n=3), ardından tedarikçi değerlendirme kriteri (k=14) ve tedarikçi alternatifleri (m=3) seçilir.

İkinci adımda kriterlerin önem ağırlığı için uygun dil değişkenleri ve her bir kritere göre alternatiflerin derecelendirmesi belirlenir. Ardından üçgen bulanık sayılar tanımlanır.

Üçüncü adımda Kriterlerin toplam bulanık ağırlığını ve alternatiflerin toplu bulanık derecelendirmesini elde etmek için karar vericilerin fikirlerini alınır. Biz bu adımı TOPSIS metodunda yapmıştık. Bu veriler Tablo 36’da gösterilmektedir:

Tablo 36. Kriterlerin Ağırlıkları (VIKOR)

Kriter No	Kriter Adı	Kriterlerin Ağırlıkları		
		Değerlendirme		
		Karar Verici 1	Karar Verici 2	Karar Verici 3
		1.uzman	2.uzman	3.uzman
A1	Arge	VH	H	M
A2	Ekonomik Durumu	M	M	M
A3	Fiyat	VH	VH	H
A4	Güven	VH	H	VH
A5	İş Yapısı	H	M	M
A6	Kalite	VH	VH	H
A7	Lojistik	M	H	H
A8	Mühendislik ve Teknik Kabiliyeti	M	M	H
A9	Satın Alma Koşulları	M	M	H
A10	Servis ve Hizmet	L	H	VH
A11	Teslimat	M	VH	M
A12	Üretim (İş gücü, Sistem, Kapasite, Esneklik)	M	VH	H
A13	Yönetim Sistemi ve Taahhüdü	H	VH	M
A14	Çevre (Yeşil Tedarik)	L	L	H

Her 3 yöneticinin, belirlenen 3 Tedarikçi için 14 seçim kriterini değerlendirmeleri Tablo 37’de gösterilmektedir:

Tablo 37. Her Bir Kriter GÖre Her Bir Alternatifin Değerlendirilmesi

Kriterlere göre alternatiflerin değerlendirilmesi									
Kriter	Tedarikçi A			Tedarikçi B			Tedarikçi C		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
A1	B	B	G	F	G	F	G	G	G
A2	B	B	B	G	G	G	P	G	G
A3	P	P	P	G	F	F	G	F	G
A4	B	B	B	G	G	G	G	G	G
A5	B	B	F	F	G	B	B	G	B
A6	B	B	B	G	F	G	G	G	G
A7	F	G	F	G	F	F	G	G	G
A8	B	B	G	G	G	G	G	G	G
A9	P	G	F	B	G	G	G	G	G
A10	B	B	G	G	G	G	G	G	G
A11	G	G	G	G	G	B	G	G	B
A12	G	G	F	F	G	G	F	G	F
A13	B	B	B	G	G	B	G	G	B
A14	B	G	B	F	G	G	F	G	G

4.cü adımda Eşitlik (1)-(4) 'e göre bulanık ağırlıklı ortalama elde edilebilir ve kriterlerin toplam bulanık ağırlık sonuçları Tablo 38.'de gösterilmiştir. Bu sayede, ağırlıklandırılmış, normalize edilmiş bulanık karar matrisini oluşturuyoruz.

Tablo 38. Kriterlerin Bulanık Ağırlıklarının Elde Edilmesi

Bulanık Ağırlıklar			
Kriter	l	m	u
A1	0,50	0,75	0,92
A2	0,25	0,50	0,75
A3	0,67	0,92	1,00
A4	0,67	0,92	1,00
A5	0,33	0,58	0,83
A6	0,67	0,92	1,00
A7	0,42	0,67	0,92
A8	0,33	0,58	0,83
A9	0,33	0,58	0,83
A10	0,42	0,67	0,83
A11	0,42	0,67	0,83
A12	0,50	0,75	0,92
A13	0,50	0,75	0,92
A14	0,17	0,42	0,67

Bu adıma kadar paket program için excelde veri hazırlığı yaptık. 5.ci adımda excelde hazırlanan veriler paket programa yüklenir.

Paket programın adımları ise sırasıyla aşağıdaki gibidir:

Her bir kriterin negatif ve pozitif ideal çözümleri hesaplanır. Kriter pozitif ise pozitif ideal çözüm f^ , kriter negatifse negatif ideal çözüm f^- teori kısmında verilen Eşitlik 5.'e göre elde edilebilir. Elde edilen "Pozitif ve Negatif İdeal Çözümler" Tablo 39.'de gösterilmiştir:

Tablo 39. Pozitif ve Negatif İdeal Çözümler Kriterlerin Pozitif ve Negatif İdeal Sonuçları

Kriter	Pozitif İdeal	Negatif İdeal
Arge	(0.667,0.917,1.000)	(0.333,0.583,0.833)
Ekonomik Durumu	(0.750,1.000,1.000)	(0.333,0.583,0.833)
Fiyat	(0.417,0.667,0.917)	(0.000,0.250,0.500)
Güven	(0.750,1.000,1.000)	(0.500,0.750,1.000)
İş Yapısı	(0.667,0.917,1.000)	(0.500,0.750,0.917)
Kalite	(0.750,1.000,1.000)	(0.417,0.667,0.917)
Lojistik	(0.500,0.750,1.000)	(0.333,0.583,0.833)
Mühendislik ve Teknik Kabiliyeti	(0.667,0.917,1.000)	(0.500,0.750,1.000)
Satın Alma Koşulları	(0.583,0.833,1.000)	(0.250,0.500,0.750)
Servis ve Hizmet	(0.667,0.917,1.000)	(0.500,0.750,1.000)
Teslimat	(0.583,0.833,1.000)	(0.500,0.750,1.000)
Üretim (İş gücü)	(0.333,0.583,0.833)	(0.417,0.667,0.917)
Yönetim Sistemi ve Taahhüdü	(0.750,1.000,1.000)	(0.583,0.833,1.000)
Çevre (Yeşil Tedarik)	(0.667,0.917,1.000)	(0.417,0.667,0.917)

6.,7.,8. ve 9.'cu adımlarda Eşitlik (6,7,...,14) kullanılarak S_i , R_i , S^ , S^- , R^* ve R^- değerleri hesaplanır. Paket programda da hesaplama şeklide bu eşitliklere göre olup, sadece Eşitlik 14.'de S,R ve Q bulanık sayıları aşağıdaki formül kullanılarak net sayılara dönüştürülmüştür:

$$A = (l,m,r)$$

$$\text{Crisp (A)} = (2m + l + r) / 4$$

Bu değerler sırasıyla Tablo 40 ve Tablo 41’de gösterilmektedir.

Tablo 40. Bulanık Ri, S ve Q Değerleri

Tedarikçi	Bulanık Ri			Bulanık Si			Bulanık Qi		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u
Tedarikçi A	0,000	0,418	1,000	2,721	1,052	-7,981	0,897	0,000	-0,915
Tedarikçi B	0,000	0,525	1,000	2,830	2,892	-10,273	0,901	0,122	-1,000
Tedarikçi C	0,000	0,460	1,000	3,209	2,317	-9,581	0,915	0,068	-0,974

*Durulaştırılmış S, R, Qi değerleri Tablo 41’de görüldüğü üzere $v=0,50$ değeri için hesaplanır. (Literatürde v değeri genellikle 0,5 olarak kabul edilmiştir.)

Tablo 41. S, R, Q Net (Durulaştırılmış) Değerleri ve Alternatiflerin Sıralanması

	R net değerleri	R' nin Sıralaması	S net değerleri	S' nin Sıralaması	Q net değerleri	Q' nun Sıralaması
Tedarikçi A	0.459	1	1.841	1	0.005	1
Tedarikçi B	0.513	3	3.307	3	0.086	3
Tedarikçi C	0.480	2	2.751	2	0.049	2

*Son adımda, teori kısımda belirtilen Koşul 1. ve Koşul 2.’deki eşitlikler kullanılarak tüm alternatiflerin Qi, Si ve Ri değerleri hesaplanır. Bu değerlere göre küçükten büyüğe sıralanır. Koşul 1. ve Koşul 2.’yi sağlayan en iyi alternatif belirlenir (Tablo 42).

Tablo 42. Qi, Si, Ri’ye Göre Alternatiflerin Sıralanması

Tablo 42	Qi,Si,Ri 'ye Göre Alternatiflerin Sıralaması
Qi	A>C>B
Si	A>C>B
Ri	A>C>B

Yapılan sıralamada alternatifler her 3 değere göre (Qi, Si, Ri) en iyi alternatifin Tedarikçi A alternatifi olduğu görülmektedir. Bu sıralamaların uzlaşık

çözümü yansıtip yansıtmadığını belirlemek üzere “Kabul edilebilir avantaj” ve “Kabul edilebilir istikrar” koşullarını sağlayıp sağlamadığına bakılır.

1.Koşul: Kabul edilebilir avantaj, Eşitlik 15. kullanılarak uzlaşma çözümü belirlenir: Q_i değerleri küçükten büyüğe sıralandığı durumda ilk sırada yer alan alternatif A' ve ikinci sırada yer alan A'' alternatifi arasındaki fark;

$$Q(A'') - Q(A') = 0,044 \text{ olup; } (v=0,5)$$

$Q(A'') - Q(A') \geq 0,25$ koşulu sağlanmadığından “Kabul Edilebilir Avantaj” koşulu sağlanmamıştır.

2.Koşul: Kabul Edilebilir İstikrar Koşulu: Q_i değerleri küçükten büyüğe sıralandığı durumda ilk sırada yer alan A' alternatifi, S ve/veya R değerlerine göre küçükten büyüğe yapılan sıralamada da minimum değere sahip en iyi alternatiftir. Burada en küçük Q_i değerine sahip olan İşletme A alternatifinin Q_i değeri $Q_i=0,005$ olup; S^* , S^- , R^* ve R^- değerleride diğer alternatiflerden küçük olduğundan dolayı; Tedarikçi A alternatifi “Kabul Edilebilir İstikrar” koşulunu sağlayan en iyi alternatiftir.

Yaptığımız uygulamada Tedarikçi A alternatifi için 1.ci koşul sağlanmamış; ancak 2.ci koşul sağlanmıştır. Seçilebilecek en iyi tedarikçi, Tedarikçi A olup, bu tedarikçiyi, Tedarikçi C ve Tedarikçi B izlemektedir.

3.13 TOPSIS ve VIKOR Yöntemlerinin Temelleri ve Tedarikçi Seçim Değerlendirme Uygulamalarının Karşılaştırılması

Her iki yöntem de tüm alternatiflerin her bir kriter açısından değerlendirilmesiyle elde edilen bir performans matrisinden ibaret olduğu varsayılır. Her iki yöntem de bir sıralama listesi sağlar. VIKOR'un en yüksek dereceli alternatifi, ideal çözüme en yakın olandır. Bununla birlikte, TOPSIS'in en yüksek dereceli alternatifi, sıralama endeksi açısından en iyisidir, bu da her zaman ideal çözüme en yakın olduğu anlamına gelmez. Sıralamaya ek olarak, VIKOR yöntemi avantaj oranıyla uzlaşmacı bir çözüm önerir (Wu, M., Liu, Z., 2011:113).

VIKOR yöntemi, "ideale yakınlığı" temsil eden bir toplama Q işlevi kullanır. TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution) yöntemi

ise ideal çözüme en yakın, negatif-ideal çözümden en uzak mesafeye sahip bir çözüm belirler. Ancak bu metod mesafelerin göreceli önemini dikkate almamaktadır (Opricovic, S., Tzeng, G., 2007:519).

Bu iki MCDM yöntemi, ölçüt işlevlerinin birimlerini ortadan kaldırmak için farklı normalleştirme türleri kullanır: VIKOR yöntemi doğrusal normalleştirme kullanır ve TOPSIS yöntemi vektör normalleştirme kullanır (Opricovic ve Tzeng, 2004:445).

Bulanık DEMATEL yöntemi ile belirlenen tedarikçi seçim kriter ağırlıkları esas alınarak yapılan tedarikçi seçim çalışmasında, Bulanık TOPSIS ve Bulanık VIKOR metotlarına göre değerlendirmeler yapılmış olup, her iki çalışmada da en uygun tedarikçinin A işletmesi olacağını söylemek mümkündür.

Bulanık TOPSIS Yönteminde en yüksek memnuniyet değeri (0,76) Tedarikçi A almıştır. Ancak bu değer 1'e olan yakınlığı memnuniyetin derecesini göstermekte olduğundan; Tedarikçi A'nın belirlenen kriter ağırlıklarına göre, memnuniyeti arttırmak için daha gidilecek yolunun olduğu (0,24) görülmektedir.

Bulanık VIKOR Yönteminde ise her bir alternatif için ortalama ve en kötü grup skorlarını gösteren S_i , R_i ve Q_i sıralamalarına göre maksimum fayda ve minimum pişmanlık değerini alan en iyi alternatifin yine Tedarikçi A'nın olduğu görülmüş olup; Tedarikçi A'nın tercih edilebileceği tespit edilmiştir. Yine bu yöntemle göre Tedarikçi A'nın uzlaşık çözümü yansıtmadığını belirlemek üzere “Kabul edilebilir avantaj” ve “Kabul edilebilir istikrar” koşullarına da bakılmıştır. Tedarikçi A'nın “Kabul edilebilir avantaj” koşulunu sağlamadığı; ancak “Kabul edilebilir istikrar” koşulunu sağladığı tespit edilmiştir. Değerlendirme sonucu sırasıyla A tedarikçisi en iyi tedarikçi, C tedarikçisi en iyi 2.ci tedarikçi ve B tedarikçisi ise seçilebilecek en son tedarikçi olarak tespit edilmiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Yeşil kriterlerle ilgili literatür incelendiğinde; günümüzde çevre bilincinin artması, yasal baskılar ve ekonomik endişeler, işletmelerin çevre kriterlerine olan ilgisini önemli ölçüde arttırmaktadır. Çevre kriterlerine uyum sağlayan tedarikçinin seçiminde önemli unsurların belirlenmesi ve bu unsurlara işletmelerin uymasının sağlanması, çevreye daha az zarar veren hammadde ve enerji kaynakları kullanarak, çevreye olan duyarlılıklarını artırılması; yeşil tedarik zinciri performansını arttıran en önemli konulardan biridir. Ayrıca yeşil kriterlere verilen önemi arttırmak, işletmelerin teşvik edilmesi ile mümkün olabilmektedir.

İşletmeler çevresel performanslarını iyileştirmek için, "yeşil tedarikçi değerlendirmesi" ve "tedarikçilerle yeşil iş birliği" yaklaşımlarını geliştirmelidir. Bunun için işletmelerin çevresel bir taahhüdü olmalıdır. Bu taahhüt, resmi ve yeşil tedarikçi değerlendirme sistemlerinin uygulanması, iş birliğine dayalı yaklaşım gerçekleştirme ve tedarik yeteneklerinin geliştirilmesi konularını içermelidir. Müşteriler ve tedarikçiler yeşil tedarik zinciri uygulamaları hakkında bilinçlendirilerek, çevre bilinci oluşturulmalı ve yeşil tedarik zinciri uygulamalarını gerçekleştirmeleri için teşvik edilmelidir. Çevre ile ilgili tüm faaliyetlerde işletmeler, tedarikçiler ve tüketiciler iş birliği içinde olmalıdırlar. İşletmeler, mümkün mertebe yeşil kriterleri benimsemiş tedarikçileri tercih etmelidirler.

Yeşil tedarik zinciri yönetiminde en önemli unsurlardan bir tanesi, doğaya zarar vermeden üretim yaparak, gelecek nesillerin, kısıtlı kaynaklardan azami istifade edebileceği şekilde tedarik zincirini yönetmektir. Yaptığımız tez çalışmasında tedarikçi seçim kriterleri ve yeşil kriterin önemi ile en uygun tedarikçinin belirleme çalışmalarının neticesi bulunmaktadır.

Tedarikçi seçim kriterleri ve yeşil kriterlerin öneminin gıda sektöründe incelenmesi konulu tez çalışmamızda mail ve yüzyüze görüşme yöntemi ile anket uygulanmıştır. Toplam 50 uzmana ulaşılarak, tedarikçi seçiminde araştırmak istediğimiz 2 sorunun yanıtlarını sırasıyla bu bölümde değerlendireceğiz.

İlk araştırma sorumuz olan “Türk Gıda sektöründe, tedarikçi seçiminde dikkate alınan kriterler nelerdir?” sorusuna istinaden; literatürde 1966 yılından günümüze yapılan araştırma ile tedarikçi seçiminde rol oynayan toplam 14 ana kriter

olduğu tespit edilmiştir. Bu kriterler sırasıyla, “Arge”, “Ekonomik Durum”, “Fiyat”, “Güven”, “İş Yapısı”, “Kalite”, “Lojistik”, “Mühendislik ve Teknik Kabiliyet”, “Satın alma Koşulları”, “Servis ve Hizmet”, “Teslimat”, “Üretim (İş gücü, Sistem, Kapasite, Esneklik)”, “Yönetim Sistemi ve Taahhüdü” ve Çevre (Yeşil Tedarik)’dir.

Belirlenen tüm kriterler 50 uzman ile görüşülerek, kriter ağırlıkları tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre her bir kriterin göreceli önem derecelerinin olduğu görülmüştür.

Tedarikçi seçiminde etkin rol oynayan ilk 3 kriter sırasıyla “Fiyat”, “Kalite” ve “Güven” kriterleridir.

“Fiyat” kriteri, tedarikçi seçiminde değerlendirme sonucu 3,54/4,00 görece değeri ile Gıda sektöründe tedarikçi seçiminde belirlenen 14 kriter arasında 1.sırayla üst düzeyde etkili olduğu gözlenmiştir. Temel satın alma kriteri olan “Fiyat” kriterinin, Gıda sektöründe de etkisini üst düzeyde gösterdiği bu çalışmada açıkça görülmektedir.

“Kalite” kriterinin” Fiyat” kriteri ile birlikte çok yakın değerlerde ve Gıda sektöründe tedarikçi seçiminde çok önemli bir yere sahip olduğu gözlenmiştir. Uzmanlardan alınan yanıtlara göre 3,52/4,00 görece değeri ile en yüksek 2.ci etkiye sahiptir.

“Güven” kriteri, tedarikçi seçiminde değerlendirme sonucu 3,30/4,00 görece değeri ile Gıda sektöründe tedarikçi seçiminde belirlenen 14 kriter arasında 3.sırayla üst düzeyde etkili olduğu görülmektedir.

İkinci araştırma sorumuz olan “Yeşil kriterin göreceli önem derecesi nedir? sorusu ile ilgili yapılan araştırmada, özellikle Gıda sektöründe “Çevre (Yeşil)” kriteri önemsenmektedir; ancak diğer kriterlere göre ağırlığı daha düşük seviyededir. Çevre kriteri (Yeşil tedarikçi kriteri) ile ilgili elde edilen değerlendirme sonucu 2,16/4,00 görece değeri ile Gıda sektöründe tedarikçi seçiminde belirlenen 14 kriter arasında 14.sırayla en alt seviyede olduğu, ancak tedarikçi seçim kriteri olarak orta düzeyde göreceli öneme sahip olduğu gözlenmiştir. Yeşil kriterlerin tedarikçi seçiminde üst düzeyde etkili olmaması, Fiyat kriterinin en önemli seçim kriteri olmasıyla birlikte; tedarikçi seçiminde Fiyat / Maliyet kriterinin tedarikçi seçimini etkilemede önemli bir etken olmasından ileri geldiğini göstermektedir.

Tedarikçi seçim kriterlerinin birbirlerine etkileri analiz edildiğinde; diğer kriterler üzerinde etkisi yüksek olan kriterler sırasıyla Arge, Lojistik, Teslimat, Mühendislik ve Teknik Kabiliyeti, Ekonomik Durumu, Servis ve Hizmet, Çevre (Yeşil Tedarik), Üretim (İş gücü, Sistem, Kapasite, Esneklik), Satın alma Koşulları ile Yönetim Sistemi ve Taahhüdü olduğu görülmüştür. Diğer kriterlerden daha çok etkilenen kriterler ise sırasıyla Fiyat, Güven, İş Yapısı ve Kalite kriterleri olduğu görülmüştür.

Tedarikçi seçim kriterlerinin birbirleri ile ilgili ilişkileri analiz edildiğinde; kriterler arasında ilişkiler bakımından en güçlüden en düşüğe; Fiyat, İş Yapısı, Kalite, Güven, Yönetim Sistemi ve Taahhüdü, Satın alma Koşulları, Üretim (İş gücü, Sistem, Kapasite, Esneklik), Servis ve Hizmet, Ekonomik Durumu, Mühendislik ve Teknik Kabiliyeti, Teslimat, Çevre (Yeşil Tedarik), Lojistik ve Arge şeklinde sıralanmaktadır.

Belirlenen kriter ağırlıklarına göre aynı kolda (benzer) üretim yapan 3 Gıda İşletmesi seçilerek; Gıda sektöründe çalışmakta olan 3 uzman tarafından değerlendirilmesi istenmiştir. 3 işletme içerisinde seçilen işletmede seçim kriteri olarak Fiyat, Kalite ve Güven Kriterlerine olan verdikleri önemin üst düzeyde olduğu gözlenmiştir. Aslında tedarikçi seçim kriteri olarak en alt düzeyde seçim kriteri olan “Yeşil (Çevre)” kriterinin; uygulamada destek ve teşviğe ihtiyaç olduğunu göstermektedir. Yöneticilerle yapılan görüşmelerde “Yeşil (Çevre)” kriterinin ürünün fiyatına olumsuz yönde etki ettiği hakim görüştür.

Yapılan tez çalışmasının literatüre katkısı ile ilgili olarak; tedarikçi seçiminde kullanılan kriterleri belirlemek üzere 1966 yılından günümüze, 200’ün üzerinde makale incelenmiş olup; en çok kullanılan kriterler, 14 ana kriter altında tedarikçi seçim kriteri olarak toplanmıştır. Bu kriterleri gıda ve gıda ile bağlantılı sektörlerden, konusunda uzman 50 kişi ile yüz yüze ve e-posta yöntemi ile anket yapılarak, Bulanık DEMATEL yöntemi ile kriter ağırlıkları tespit edilmiştir. Bu kriterler içindeki “Yeşil (Çevre)” kriterinin tedarikçi seçimine ve diğer kriterlere etkisi analiz edilmiştir.

Belirlenen kriter ağırlıkları ile Gıda sektöründe tedarikçi seçimi çalışması planlanmıştır. Gıda sektöründe ve aynı üretim kolunda faaliyet gösteren 3 tedarikçi

işletme seçilmiş; seçilen bu işletmelerin performansları değerlendirmeye alınmıştır. Literatürde birçok tedarikçi değerlendirme metodu bulunmakta olup, her yonteme ve bakış açısına göre sonuçlar değişebileceğinden dolayı, Bulanık TOPSIS ve Bulanık VIKOR olmak üzere iki farklı yöntem kullanılmıştır.

Yapılan değerlendirmede Tedarikçi seçiminde yeşil kriterin ve diğer kriterlerin tedarikçi performansında ne kadar etkili olduğu gözlemlenmiştir.

Bu çalışmada en önemli katkı; 50 yöneticinin, tedarikçi seçim kriterlerinin ve yeşil kriterlerin önem derecesini ortaya koymasdır. Ayrıca toplam 14 tedarikçi seçim kriterinin birlikte değerlendirmeye alınmasında önem taşımaktadır.

Diğer önemli bir katkı, bu çalışma ile, yöneticiler için tedarikçi seçiminin yapılabileceği bir model kurgusu yapılarak, en uygun tedarikçi seçiminin yapılabileceği de görülmektedir.

Bundan sonra yapılacak çalışmalar için aşağıdaki öneriler verilebilir:

*Yeni tedarikçi seçim kriterlerinin varlığı ve birbirine etkisi araştırılabilir.

*Gıda sektörü dışındaki sektörlerde çevre kriterleri ile ilgili durum analiz edilerek, kıyaslama yapılabilir. İstanbul Sanayi Odasına kayıtlı ve sürdürülebilirlik raporu yayınlayan işletmelerin çevre performansı ve çevre kriterleri ile ilgili yaptığı çalışmalar incelenerek, fayda sağlayan uygulamalar yaygınlaştırılabilir.

KAYNAKÇA

- Abdel-Baset, M., Chang, V., Gamal, A. (2019). Smarandache F., An integrated neutrosophic ANP and VIKOR method for achieving sustainable supplier selection: A case study in importing field, *Computers in Industry*, 106, 94–110.
- Abdullah, M., Zailani, S., Iranmanesh, M. and Jayaraman, K. (2015). Barriers to green innovation initiatives among manufacturers: the Malaysian case. *Review of Managerial Science*, 683-709.
- Abedi, M., Torabi, S.A., Norouzi, G.H. ve Hamzeh, M. (2012). ELECTREIII: Knowledge driven method for integration of geophysical data with geological and geochemical data in mineral prospectivity mapping. *Journal of Applied Geophysics*, 87, 9–18.
- Abu-Taleb, M.F., Mareschal, B. (1995). Water resources planning in the Middle East: application of the PROMETHEE V multicriteria method, *European Journal of Operational Research*, 81, 500-511.
- Akman, G., (2015). Evaluating suppliers to include green supplier development programs via Fuzzy c-means and VIKOR methods. *Computers & Industrial Engineering*, Volume 86, Pages 69-82, 1-31.
- Aksakal, E., Dağdeviren, M. (2010). ANP ve DEMATEL Yöntemleri ile Personel Seçimi Problemine Bütünleşik Bir Yaklaşım, *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.*, Cilt 25, No 4, 905-913.
- Akyüz, G., Tosun, Ö., Aka, S. (2018). Multi criteria decision-making approach for evaluation of supplier performance with MACBETH method, *Int. J. Information and Decision Sciences*, Vol. 10, No. 3.
- Albadvi, A., Chaharsooghi, S.K., Esfahanipour, A. (2007). Decision making in stock trading: An application of PROMETHEE, *European Journal of Operational Research*, 177, 673–683.

- Alexopoulos, S., Siskos, Y., Tsotsolas, N. and Hristodoulakis, N. (2012). Evaluating strategic actions for a Greek publishing company. *Operational Research An International Journal*, 12(2), 253–269.
- Almeida, A.T. (2007). Multicriteria decision model for outsourcing contracts selection based on utility function and ELECTRE method, *Computers & Operations Research*, 34, 3569 – 3574.
- Al-Shammari, M. (1999). A multi-criteria data envelopment analysis model for measuring the productive efficiency of hospitals, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 19 No. 9, pp. 879-890.
- Alessio, I., Nemery P. (2013). *Multi-Criteria Decision Analysis Methods and Software*, John Wiley and Sons Ltd..
- Allen H. Hu ve Chia-Wei Hsu (2006). Empirical Study in the Critical Factors of Green Supply Chain Management (GSCM) Practice in the Taiwanese Electrical and Electronics Industries. *IEEE International Conference on Management of Innovation and Technology*, 853-857.
- Altındağ, E., Cengiz S., Öngel, V. (2014). Chaos in the blue ocean: An Empirical Study Including Implication of Modern Management Theories in Turkey. *Australian Journal of Business and Management Research*, Vol.3, No.12, 15-25.
- Altınırnak, S., Ergün, M., Karamaşa, Ç. (2017). Implementation of The Fuzzy DEMATEL Method in Higher Education Course Selection: The Case of Eskişehir Vocational School. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21(4):1597-1614.
- Altuntaş C. ve Türker D. (2012). Sürdürülebilir tedarik zincirleri: sürdürülebilirlik raporlarının içerik analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt: 14, Sayı: 3, Yıl: 2012, Sayfa: 39-64.

- Ambrose, E., Marshall, D., Lynch D. (2010). Buyer supplier perspectives on supply chain relationships. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 30 Iss 12, pp. 1269-1290.
- Amrina, E., Aridharma, D. (2016). Sustainable Maintenance Performance Evaluation Model for Cement Industry, *Proceedings of the 2016 IEEE IEEM*, 1-5.
- Angilella, S., Greco, S., Lamantia, F., Matarazzo, B. (2004). Decision Aiding Assessing non-additive utility for multicriteria decision aid. *European Journal of Operational Research* 158, 734–744.
- Anthony, T.F. and Buffa, F.P. (1977). Strategic Purchase Scheduling. *Journal of Purchasing and Materials Management*, Fall 1977, 27-31.
- Ansari, A. and Batoul, M. (1988). JIT purchasing as a quality and productivity centre. *International Journal of Production Research*, Vol.26, 19-26.
- Araz, C. ve Ozkarahan, I. (2007). Supplier evaluation and management system for strategic sourcing based on a new multicriteria sorting procedure. *International Journal of Production Economics*, 106 (2), 585–606.
- Aslan, Ş. (2007). “Performans Ölçümünde Kıyaslama Yöntemi Olarak Veri Zarflama Analizinin Kullanımı: Türkiye Şeker Fabrikaları Örneği”. *Atatürk Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 21(1), 383-396.
- Atici, K.B. and Ulucan, A. (2011). A multiple criteria energy decision support system, *Technological and Economic Development of Economy*, 17 (2), 219–245.
- Atrek B. ve Özdağoğlu A. (2014). Yeşil Tedarik Zinciri Uygulamaları: Alüminyum Doğrama Sektörü İzmir Örneği. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi Cilt/Vol.: 14-Sayı/No: 2*, 13-26.
- Avgelis, A. and Papadopoulos, A.M. (2009). Application of multicriteria analysis in designing HVAC systems. *Energy and Buildings*, 41(7), 774–780.

- Awasthi, A., Govindan, K., Gold, S. (2017). Multi-tier sustainable global supplier selection using a fuzzy AHP-VIKOR based approach. *International Journal of Production Economics*, 1-50.
- Azapagic, A. (2004). Developing a framework for sustainable development indicators for the mining and minerals industry. *Journal of Cleaner Production*, 12(6), 639-662.
- Bahrammirzaee, A., Ghatari, A.R., Ahmadi, P., Madani, K. (2011). Hybrid credit ranking intelligent system using expert system and artificial neural networks. *Appl Intell* 34: 28–46.
- Bai, C., Sarkis, J. (2010). Green supplier development: analytical evaluation using rough set theory. *Journal of Cleaner Production*, 18, 1200–1210.
- Bai, C. ve Sarkis, J. (2013). “A Grey-Based DEMATEL Model For Evaluating Business Process Management Critical Success Factors”, *International Journal of Production Economics*, 146(1): 281–292.
- Bai, C. ve Sarkis, J., “Green Supply Chain Technology: A Comprehensive Evaluation and Justification Multiattribute Decision Modeling Approach” (2014). (Eds.) Kahraman, C. ve Oztaysi, B., *Supply Chain Management Under Fuzziness, Recent Developments and Techniques*, Springer, Volume 313, ISBN 978-3-642-53939-8, (eBook), 660-663.
- Bakoğlu, R., (2001). Örgütsel Performans Kavramı ve Gelişimi. *Öneri*, Volume 4, Issue 15, Ocak 2001, ss.39-45.
- Balali, V.B., Zahraie, B. and Roozbahani, A. (2014). Integration of ELECTREIII and PROMETHEEII decision making methods with interval approach: Application in selection of appropriate structural systems. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 28(2), 297–314.

- Bana e Costa, C. A. and Chagas, M., P. (2004). A career choice problem: An example of how to use MACBETH to build a quantitative value model based on qualitative value judgments. *European Journal of Operational Research*, 153 (2), 323-331.
- Banaeian N., Mobli, H., Nielsen I.E., Omid, M. (2015). A Methodology for Green Supplier Selection in Food Industries, *Technology Management for Sustainable Production and Logistics, EcoProduction*, 3-23.
- Banaeian, N., Mobli, H., Fahimnia, B., Nielsen, I.E., Omid, M. (2016). Green Supplier Selection Using Fuzzy Group Decision Making Methods: A Case Study from the Agri-Food Industry, *Computers and Operation Research*, 1-16.
- Bamford, D.R. ve Forrester, P.L. (2003). Managing planned and emergent change within an operations management environment. *International Journal of Operations and Production Management*, 23(5), 546-564.
- Benton, W.C. and Krajewski, L. (1990). Vendor Performance and Alternative Manufacturing Environments. *Decision Sciences*, Vol.21, 403-415.
- Bernard, P. (1989), “Managing vendor performance”, *Production and Inventory Management Journal*, 1-7.
- Beuthe, M. and Scannella, G. (1996). Applications comparées des méthodes d’analyse multicritère UTA. *Recherche opérationnelle/Opérations Research*, vol. 30, no 3, pp. 293-315.
- Beuthe, M. and Scannella G. (2001). Comparative analysis of UTA multicriteria methods. *Eur J Oper Res* 130(2), 246–262.
- Bowen, F.E., Cousins, P.D., Lamming, R.C. ve Faruk, A.C. (2001). The role of supply management capabilities in green supply. *Production and Operations Management*, 10(2), 174-189.

- Brans, J.P. and Vincke, P. (1985). A preference ranking organization method. *Manage. Sci.* 31(6), 647–656.
- Brans, J.P., Vincke Ph., Mareschal, B. (1986). How to select and how to rank projects: The PROMETHEE method. *European Journal of Operational Research*, 24, 228-238.
- Brans, J.P. and Mareschal, B. (1994). The Promcalc & Gaia decision support system for multicriteria decision aid. *Decision Support System*, 12, 297-310.
- Brito, R.P. and Miguel, P.L.S. (2017). Power, Governance, and Value in Collaboration: Differences between Buyer and Supplier Perspectives. *Journal of Supply Chain Management*, Volume 53, Issue 2, 61-87.
- Browning, J.M., Zabriskie, N.B., Huellmantel, A.B. (1983). Strategic Purchasing Planning. *Journal of Purchasing and Materials Management*, Spring 1983, 19-24.
- Buckley, J.J. (1985). Fuzzy hierarchical analysis. *Fuzzy Sets Syst.* 17, 233–247.
- Bulsara, H.P., Qureshi, M.N., Patel, H. (2016). Green supply chain performance measurement: an exploratory study. *Int. J. Logistics Systems and Management*, Vol. 23, No. 4, 476-498.
- Burgazoğlu, H., “MACBETH” (2015) & (2018). (Eds.) Yıldırım B.F., Önder E., Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri, (3.Baskı), Dora Yayınevi, Ezgi Matbaacılık, 267.
- Büyüközkan, G. and Çiftçi, G. (2012). A combined fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS based strategic analysis of electronic service quality in healthcare industry, *Expert Systems with Applications*, 39, 2341–2354.
- Büyüközkan, G. and Çiftçi, G. (2012). Evaluation of the green supply chain management practices: a fuzzy ANP approach. *Production Planning & Control*, Vol. 23, No. 6, June 2012, 405–418.

- Büyüközkan G. (2013). An integrated fuzzy multi-criteria group decision-making approach for green supplier evaluation, 2892-2909.
- Büyüközkan G. ve Vardaroğlu Z. (2008). Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi. Lojistik Dergisi, 1-15.
- Carter, C.R. (1998). Reverse Logistics: A review of the literature and framework for future investigation. Journal of business logistics, Vol.19, No.1, 85.
- Certa, A., Enea, M. and Lupo, T. (2013). ELECTREIII to dynamically support the decision maker about the periodic replacements configurations for a multi component system. Decision Support Systems, 55(1), 126–134.
- Cevizci, D.K., Kayacan, O. (2019). Bir Konfeksiyon İşletmesinde MACBETH ve TOPSIS Yöntemleri ile Tedarikçi Seçimi, DEU FMD 21 (62), 331-344.
- Chan, F.T.S. and Kumar, N. (2007). Global supplier development considering risk factors using Fuzzy extended AHP-based approach. Omega 35, IJMS, 417 – 431.
- Chang, B., Chang, C.W., Wu C.H. (2011). Fuzzy DEMATEL method for developing supplier selection criteria, Expert Systems with Applications 38, 1850–1858.
- Chang, T.H. (2014). Fuzzy VIKOR method: A case study of the hospital service 4 evaluation in Taiwan, Information Sciences, 1-17.
- Charilas, D.E., Panagopoulos, A.D. and Markaki, O.I. (2014). A Unified Network Selection Framework Using Principal Component Analysis And Multiattribute Decision Making. Wireless Personal Communications, 74(1), 147–165.
- Chen, C.C., Tseng, M.L., Lin, Y.H., Lin, Z.S. (2010). Implementation of green supply chain management in uncertainty, The IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management Proceedings, 260-264.

- Chen, C.T., (2000). Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment, *Fuzzy Sets Syst.* 114(1), 1–9.
- Chen L.Y., Wang T.C. (2009). Optimizing partners' choice in IS/IT outsourcing projects: The strategic decision of fuzzy VIKOR. *Int. J. Production Economics* 120, 233–242.
- Chen, S.H. (1985). "Ranking fuzzy numbers with maximizing set and minimizing set", *Fuzzy Sets and System*, 17 (2), pp.113-129.
- Chen, T.Y., Chang, C.H. and Lu, J.R. (2013). The extended QUALIFLEX method formül tiple criteria decision analysis basedon interval type2 fuzzy sets and applications to medical decision making. *European Journal of Operational Research*, 226(3), 615–625.
- Chen, T., Wang, L. and Wang, J. (2017). Transparent Assessment of the Supervision Information in China's Food Safety: A Fuzzy-ANP Comprehensive Evaluation Method. *Journal of Food Quality*, Volume 2017, Article ID 4340869, 14 pages.
- Chen, W.T., Huang, K. (2018). Ardiansyah M.N., A mathematical programming model for aircraft leasing decisions. *Journal of Air Transport Management*, 69, 15–25.
- Chiou, T.Z., Chan, H.K., Lettice, F., Chung, S.H. (2011). The influence of greening the suppliers and green innovation on environmental performance and competitive advantage in Taiwan. *Transportation Research Part E* 47, 822–836.
- Choi, T.Y., ve Krause, D.R. (2006). The supply base and its complexity: Implications for transaction costs, risks, responsiveness, and innovation. *Journal of Operations Management*, 24(5), 637–652.
- Chung, S.H., Lee, A.H., Pearn, W.L. (2005). Product mix optimization for semiconductor manufacturing based on AHP and ANP analysis. *Int. J. Adv. Manuf. Technol.* 25, 1144–1156.

- Cliville, V., Berrah, L., Mauris, G. (2007). Quantative expression and aggregation of performance measurement based on the MACBETH multi-criteria method, *Int. J. Production Economics* 105 (2007), 171-189.
- Coronado, M., Dosal, E., Coz, A., Viguri, J.R. and Andres, A. (2011). Estimation of construction and demolition waste (C&DW) Generation and multicriteria analysis of C&DW management alternatives: Acasestudyin Spain. *Waste and Biomass Valorization*, 2(2), 209–225.
- Corte, J.M., Vansnick, Jean Claude, Urgeghe, L. (2012). Microfinance Investment Vehicles and Social Performance: Moving forward with the MACBETH Approach. *Solvay Brussels School Economics & Management*, No.12/025, 1-35.
- Council of Logistics Manag., (1986). *What is it all about?* Illinois: Oak Brook.
- Cousins, P.D. ve Menguc, B. (2006). The implications of socialization and integration in supply chain management. *Journal of Operations Management*, 24(5), 604–620.
- Covas, M.T., Silva, C.A. and Dias, L.C. (2013). Multicriteria decision analysis for sustainable data centers location. *International Transactions in Operational Research*, 20(3), 269–299.
- Cow, Andrew (2001). Understanding buyer and supplier power: A framework for procurement and supply competence. *Journal of Supply Chain Management; Wheat Ridge* Vol. 37, Iss. 2, 8-15.
- Çabuk, S., Nakıboğlu, B., Keleş, C. (2008). Tüketicilerin Yeşil (Ürün) Satın Alma Davranışlarının Sosyo-Demografik Değişkenler Açısından İncelenmesi. *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Cilt 17, Sayı 1, 2008, s.85-102.
- Çağlıyan, V. (2009a). Alıcı-Tedarikçi İlişkilerinin İşletme Performansına Etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(3), 461-479.

- Çakır, S. ve Perçin, S. (2012). “Kamu Şeker Fabrikalarında Etkinlik Ölçümü: VZA-Malmquist TFV Uygulaması”. Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 12(4): 49-63.
- Çalık, A., (2020). A novel Pythagorean fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methodology for green supplier selection in the Industry 4.0 era. *Soft Computing*, 25, 2253-2265.
- Çelebi, D. ve Bayraktar, D. (2008). An integrated neural network and data envelopment analysis for supplier evaluation under incomplete information. *Expert Syst. Appl.* 35, 1698–1710.
- Çınar Tirmikçioğlu, N., (2010). “Kuruluş Yeri Seçiminde Bulanık TOPSIS Yöntemi ve Bankacılık Sektöründe Bir Uygulama”, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 18(12), 37-45.
- Dagdeviren, M. (2008). Decision making in equipment selection: an integrated approach with AHP and PROMETHEE. *J. Intell. Manuf.* 19(4), 397–406.
- Darvishi, F., Yaghin, R.G., Sadeghi A. (2020). Integrated fabric procurement and multi-site apparel production planning with cross-docking: A hybrid fuzzy-robust stochastic programming approach, *Applied Soft Computing Journal*, 92, 106267.
- Daugherty, P.J., Autry, C.W. and Ellinger, A.E. (2001). Reverse Logistics: The Relationship between Resource Commitment and Program Performance. *Journal Of Business Logistics*, Vol.22, No.1, 107-123.
- Das, Debadyuti (2017). Development and validation of a scale for measuring Sustainable Supply Chain Management practices and performance. *Journal of Cleaner Production*, 1-58.
- Davood, G. (2012). The evaluation of supplier selection criteria by fuzzy DEMATEL method. *J. Basic. Appl. Sci. Res.*, 2(4) 3215-3224.

- Degraeve, Z., Labro, E., Roodhooft, F., (2005). Constructing a Total Cost of Ownership supplier selection methodology based on Activity-Based Costing and mathematical programming. *Accounting and Business Research*, Vol.35, No.1, 3-27.
- Del Río, P., Carrillo- Herмосilla, J. and Könnölä, T. (2010). Policy strategies to promote Eco- innovation. *Journal of Industrial Ecology*, 14(4), 541-557.
- Deng, H. (1999). Multicriteria analysis with fuzzy pairwise comparison. *Int. J. Approximate Reasoning* 21(3), 215–231.
- Devi, K. and Yadav, S.P. (2013). A multicriteria intuitionistic fuzzy group decision making for plant location selection with ELECTRE method. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 66(9–12), 1219–1229.
- Dhouib, D. (2014). An extension of MACBETH Method for a fuzzy environment to analyze alternatives in reverse logistics for automobile tire wastes. *Omega*, 42, 25-32.
- Diakoulaki, D., Zopounidis, C., Mavrotas, G. and Doumpos, M. (1999). The use of a preference disaggregation method in energy analysis and policy making. *Energy* 24, 157–166.
- Dickson, W.G. (1966). An Analysis Of Vendor Selection Systems And Decisions. *Journal Of Purchasing*, February, 5-17.
- Dimitras, A.I. (2002). Evaluation of Greek Construction Companies' Securities Using UTADIS Method. *European Research Studies*, Volume V, Issue (1-2), pp.95–107.
- Dobos and Vörösmarty (2014). Green supplier selection and evaluation using DEA-type composite indicators. *Int. J. Production Economics*, Elsevier 157, 273-278.

- Dobos, I. and Vörsmarty, G. (2018). Inventory-related costs in green supplier selection problems with Data Envelopment Analysis (DEA). *International Journal of Production Economics*, Volume 209, 374-380.
- Dowlatshahi, S. (2000). Developing a Theory of Reverse Logistics. *Institute for Operations Research and the Management Sciences, Interfaces* 30:3, 143-155.
- Duckham, M. ve ark. (2001). A formal approach to imperfection in geographic information. *Computers, Environment and Urban Systems*, 25, 89-103.
- Duckstein, L., and Opricovic, S. (1980). Multiobjective optimization in river basin Development. *Water Resources Research*, 16(1), 14–20.
- Dulmin, R., Mininno, V. (2003). Supplier selection using a multi-criteria decision aid method. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 9, 177–187.
- Elevli, B. ve Ozturk, H. (2019). Multi-criteria Assessment of Heavy Metals contaminations in waters and ranking the sites by using PROMETHEE/GAIA method. *Journal of Environmental Health Science and Engineering*, 17, 75-84.
- Eydi, A. ve Fazli, L. (2019). A decision support system for single-period single sourcing problem in supply chain management. *Soft Computing*, 23, 13215–13233.
- Falagario, F., Sciancalepore, F., Costantino, N., Pietroforte, R. (2012). Using a DEA-cross efficiency approach in public procurement tenders. *Eur. J. Oper. Res.* 218(2), 523–529.
- Fallahpour, A., Olugu, E.U., Musa, S.N., Khezrimotlagh, D., Wong, K.Y. (2015). An integrated model for green supplier selection under fuzzy environment: application of data envelopment analysis and genetic programming approach. *Neural Comput & Applic*, 1-19.

- FAO and WHO (2015). Codex Alimentarius Commission Procedural Manual. Twenty-Fourth Edition, ISBN 978 92-5-108928-6, Rome, 231p.
- Fawcett, S.C., Magnan, G.M., Carter, M.W. (2008). Benefits, barriers, and bridges to effective supply chain management. *Supply Chain Management: An International Journal*, 13/1, 35-48.
- Franca, R.B., Jones, E.C., Richards, C.N., Carlson, J.P. (2010). Multi-objective stochastic supply chain modeling to evaluate tradeoffs between profit and quality. *Int. J. Production Economics*, 127, 292–299.
- Feng, G.C., Ma, F. (2020). Identification of the factors that influence service innovation in manufacturing enterprises by using the fuzzy DEMATEL method. *Journal of Cleaner Production* 1-28.
- Figueira, J., Mousseau, V. and Roy, B. (2005). ELECTRE methods. In J. Figueira, S. Greco, and M. Ehrgott, *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys*. New York: Springer-Verlag, pp. 133–162.
- F.S. Fogliatto and S.L. Albinb (2003). An AHP-based procedure for sensory data collection and analysis in quality and reliability applications. *Food Quality and Preference*, 14, 375–385.
- Geldermann, J., Spengler, T., Rentz, O. (2000). Fuzzy outranking for environmental assessment. Case study: iron and steel making industry. *Fuzzy Sets Syst.* 115 (1), 45–65.
- Genovese, A., Lenny Koh, S.C., Bruno, G., (2013). Esposito, E. Greener supplier selection: State of the art and some emp. evidence. *Int. J. Prod. Res.*, 51, 2868–2886.
- Gershon, M., and Duckstein, L. (1983). Multi objective approaches to river basin planning. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 109 (1), 13–28.

- Ghorbani, M., Bahrami, M., Arabzad, S. M. (2012). An Integrated Model For Supplier Selection and Order Allocation; Using Shannon Entropy, SWOT and Linear Programming. *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 41, 521–527.
- Gıda ve İçecek Sektör Raporu, (2019). T.C. Sanayi ve Teknolojileri Bakanlığı, Sanayi ve Verimlilik Genel Müdürlüğü, Sektörel Raporlar ve Analizler Serisi, 1-32.
- Giannakis, M., Croom, S.R., (2004). Toward the Development of a Supply Chain Management Paradigm: A Conceptual Framework. *The Journal of Supply Chain Management*, Spring 2004.
- Gomez, A. and Carnero, M.C. (2011). Selection of a computerised maintenance management system: A case study in a regional health service. *Production Planning & Control*, 22(4), 426–436.
- Govindan, K., Kadziński, M., Sivakumar, R. (2016). Application of a novel PROMETHEE-based method for construction of a group compromise, ranking to prioritization of green suppliers in food supply chain. *Omega The International Journal of Management Science*.
- Govindan, K., Jepsen, M.B. (2016). ELECTRE: A comprehensive literature review on methodologies and applications. *Omega The International Journal of Management Science. European Journal of Operational Research* 250, 1–29.
- Gören, H.G., Şenocak, A.A. (2018). MACBETH Based Taguchi Loss Functions Approach For Green Supplier Selection: A Case Study In Textile Industry. *Tekstil ve Konfeksiyon* 28 (2), 90-97.
- Greco, S., Ehrgott, M., Figueira, J.R., (2016), Multiple Criteria Decision Analysis State of the Art Surveys, Second Edition, Siskos, Y., Grigoroudis, E., Matsatsinis, N.F., *Int.Series in Operations Research & Management Science, UTA Methods, Chapter 9*, 315-361.

- Green, K.W., Zelbst, P., Meacham, J. and Bhadauria, V.S. (2012). Green supply chain management practices: impact on performance. *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 17 Issue: 3, pp.290-305.
- Grisi, R.M., Guerra, L. and Naviglio, G. (2010). Supplier Performance Evaluation for Green Supply Chain Management. P. Taticchi (Ed.), *Business Performance Measurement and Management*, 149-162.
- Guo, X., Yuan, Z., Tian, B. (2009). Supplier selection based on hierarchical potential support vector machine. *Expert Systems with Applications*. 36, 6978-6985.
- Gurmeric, V.E., Dogan, M., Toker, O.S., Senyigit, E. and Ersoz, N.B. (2012). Application of different multicriteria decision techniques to determine optimum flavour of prebiotic pudding based on sensory analyses. *Food and Bio process Technology*, 6(10), 1–16.
- Güleş, H.K., Paksoy, T., Bülbül, H., Özceylan, E. (2012). *Tedarik Zinciri Yönetimi (2.Baskı)*. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Günday, A.H. (2018). Doktora tezi “Yeşil tedarik zinciri uygulamalarının işletme performansı üzerine etkisi: kimya sektöründe görgül bir analiz”.
- Gürbüz, E., Demirer, Ö., (2006). Ürünlerin Ekonomik Sosyal Ve Çevresel Başarılarının Belirlenmesi: Türkiye Gıda Sektörü Araştırması. *D.E.Ü.İ.İ.B.F. Dergisi*, Cilt:21 Sayı:1, 102-103.
- Haensel, A., Mederer, M., Schmidt H. (2012). Revenue management in the car rental industry: A stochastic programming approach. *Journal of Revenue and Pricing Management* Vol. 11, 1, 99–108.
- Hammamia, R., Temponi C., Frein Y. (2014). A scenario-based stochastic model for supplier selection in global context with multiple buyers, currency fluctuation uncertainties and price discounts. *European Journal of Operational Research* 233, 159–170.

- Handfield, R.B. and E.L. Nichols, Jr. (1999). Introduction to Supply Chain Management. Prentice Hall, Upper Saddle River, N.J..
- Haq, A.N., Kannan, G. (2006). Fuzzy analytical hierarchy process for evaluating and selecting a vendor in a supply chain model. *Int. J. Adv. Manuf. Technology*, 826-835, Doi: 10.1007/s00170-005-2562-8.
- Hassan ve ark. (2016). Gscm practices and sustainable performance: a preliminary insight. *Journal of Advanced Management Science* Vol. 4, No. 5, September, 430-434.
- Hayez, Q., Mareschal, B., Smet, Y.D. (2009). New GAIA Visualization Methods. 2009, 13th International Conference Information Visualisation, 247-251.
- Hervani, A.A., Helms, M.M., Sarkis, J., (2005). Performance measurement for green supply chain management. *An International Journal* Vol. 12, No. 4, 330-353.
- Herat, A.T., Noorossama, R., Parsa, S., Serkani, E.S. (2012). Using DEMATEL analytic network process (ANP) hybrid algorithm approach for selecting improvement projects of Iranian excellence model in healthcare sector. *Afr. J. Bus. Manage.* 6(2), 627–645.
- Ho, W., Xu, X., Dey, P.K. (2010). Multi-criteria decision making approaches for supplier evaluation and selection: a literature review. *Eur. J. Oper. Res.* 202(1), 16–24.
- Hong-Jun, L., Bin, L. (2010). A Research on Supplier Assessment Indices System of Green Purchasing, International Conference on E-Business and E-Government, 3335.
- Hori, S. and Shimizu, Y. (1999). Designing methods of human interface for supervisory control systems. *Control Engineering Practice*, 7(11), 1413–1419.

- Hsu, C.Y., Lee, W.H., Chen, K.T., Tzeng, G.H. (2007). FMCDM with fuzzy DEMATEL approach for customers' choice behavior model. *Int. J. Fuzzy Syst.* 9, 236–246.
- Hsu, C.W. and Hu, A.H. (2009). Applying hazardous substance management to supplier selection using analytic network process. *Journal of Cleaner Production*, 17, 255–264.
- Huang, C.Y., Shyu, J.Z., Tzeng, G.H. (2007). Reconfiguring the innovation policy portfolios for Taiwan's SIP Mall industry. *Technovation* 27, 744–765.
- Huck, N., (2009). Pairs selection and outranking: An application to the S&P100 index. *European Journal of Operational Research*, 196(2), 819–825.
- Hung, S.J. (2011). Activity-based divergent supply chain planning for competitive advantage in the risky global environment: a DEMATEL-ANP fuzzy goal programming approach. *Expert Syst. Appl.* 38(8), 9053–9062.
- Hwang, H., Moon, D.H., Shinn, S.W. (1990). An Eoq Model With Quantity Discounts For Both Purchasing Price And Freight Cost, *Computers and Operations Research*, 73-78.
- Infante, C.E.D.d., Mendonca, F.M.d., Purcidonio, P.M., and Valle, R. (2013). Triple bottom line analysis of oil and gas industry with multicriteria decision making. *Journal of Cleaner Production*, 52, 289–300.
- Ishizaka, A., Nemery, P. (2013). *Multi-Criteria Decision Analysis Methods and Software*, Wiley, 1-296.
- Isık, M. ve Öztayşi, B., “Supplier Evaluation Using Fuzzy Clustering” (2014). (Eds.) Kahraman, C. ve Oztaysi, B., *Supply Chain Management Under Fuzziness, Recent Developments and Techniques*, Springer, Volume 313, ISBN 978-3-642-53939-8, (eBook), 63-65.

- J. Chai, J.N.K. Liu, Ngai, E.W.T. (2013). Application of decision-making techniques in supplier selection: A systematic review of literature, *Expert Systems with Applications* 40, 3872–3885.
- J. Devaud, G. Groussaud, and E. Jacquet-Lagrze (1980) “UTADIS: Une methode de construction de fonctions dutilite additives rendant compte de jugements globaux-Recherche Google,” European Working Group on Multicriteria Decision Aid. Bochum.
- Jagan, M.R.K., Neelakanteswara, R.A., Krishnanand, L. (2019). A review on supply chain performance measurement systems. *Procedia Manufacturing*, 30, 40-47.
- Jain, V., Sangaiah, A.K., Sakhuja, S., Thoduka, N., Aggarwal, R. (2018). Supplier selection using fuzzy AHP and TOPSIS: a case study in the Indian automotive industry. *Neural Comput and Applic*, 29:555–564.
- Jacquet Lagreze, E., Siskos, J. (1982). Assessing a set of additive utility functions for multicriteria decision-making, the UTA method. *European Journal of Operational Research*, 10, 151-164.
- Jayant, A. (2016), An Application Of Analytic Network Process (ANP) To Evaluate Green Supply Chain Management Strategies: A Case Study. *MATEC Web of Conferences* 57, ICAET-2016, 03003, 1-6.
- Jiang, P., Hu, Y.C., Yen, G.F., Tsao, S.J. (2018). Green supplier selection for sustainable development of the automotive industry using grey decision- making. *Sustainable Development*, 1–14.
- Jinturkar, A., Deshmukh, S., Sarode, A., Sunapwar, V., Khodke, P., “Fuzzy-AHP Approach to Improve Effectiveness of Supply Chain” (2014). Eds. Kahraman, C., Oztaysi, B., *Supply Chain Management Under Fuzziness, Recent Developments and Techniques*, Springer, Volume 313, ISBN 978-3-642-53939-8, (eBook), 40-43.

- Jiunn-I, S., Hsin-Hung, W., Kuan-Kai, H. (2010). A DEMATEL method in identifying key success factors of hospital service quality. *Knowl. Based Syst.* 23, 277–282.
- Kabadayı N., Dağ S. (2017). Bulanık DEMATEL ve Bulanık PROMETHEE Yöntemleri İle Kablo Üretiminde Makine Seçimi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Dergisi*, Yıl: 7 Sayı: 14 / Aralık 2017, 239-260.
- Kadırlar G.Ö., (2020), Kesikli Parametrelil Markov Zincirleri, “Stokastik Süreçler ve R Uygulamaları”, (1.Baskı), Seçkin Yayıncılık, Meteksan Matbaacılık, Sayfa 59.
- Kafa, N., Hani, Y., El Mhamedi, A. (2013). Sustainability Performance Measurement for Green Supply Chain Management. 6th IFAC Conference on Management and Control of Production and Logistics The International Federation of Automatic Control September 11-13, 71-78.
- Kain, R. and Verma, A. (2018). Logistics Management in Supply Chain-An Overview. *Materials Today: Proceedings*, 5, 3811–3816.
- Kannan, G., Rajendran, S., Sarkis, J., Murugesan, P., (2013). Multi Criteria Decision Making approaches for Green supplier evaluation and selection: A literature review. *Journal of Cleaner Production*, 1-52.
- Kannan, G., Pokharell, S. ve Kumar, P.S. (2009). “A Hybrid Approach Using ISM And Fuzzy TOPSIS For The Selection Of Reverse Logistics Provider”. *Resources, Conservation and Recycling*, 54(1): 28-36.
- Kantaroglu, M., Demirbaş, N., “Türkiye’de Gıda Güvenliği Açısından Ürün Doğrulama ve Takip Sisteminin (ÜDTS) Değerlendirilmesi” (2019). (Eds.) Dimitrov, D.K., Nikoloski, D., Yılmaz, R., XI. International Balkan and Near Eastern Social Sciences Congress Series – Tekirdağ, 498.
- Kara, S.S. (2011). Supplier selection with an integrated methodology in unknown environment. *Expert Syst. Appl.* 38, 2133–2139.

- Karande, P., Chakraborty, S. (2013). Using MACBETH method for supplier selection in manufacturing environment. *International Journal of Industrial Engineering Computations*, 4, 259–272.
- Karande, P., Chakraborty, S. (2014). A Facility Layout Selection Model using MACBETH Method, *Proceedings of the 2014 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Bali, Indonesia, January 7 – 9*, P: 17-26.
- Karande, P., Chakraborty, S. (2015). Supplier Selection Using Weighted Utility Additive Method. *J. Inst. Eng. India Ser. C.*, 96, 397-406.
- Kaya, İ., Kılınç, M.S. ve Çevikvan, E. (2007). “Makine-Teçhizat Seçim Probleminde Bulanık Karar Verme Süreci”. *Mühendis ve Makine*, 49(576): 8-14.
- Kayapınar, P.Y., Kayapınar, Ö., Ergan, S. (2019). Tüketicilerin Yeşil Ürün Satın Alma Davranışlarının Kuşaklar Bakımından İncelenmesi. *Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, Yıl 9, Cilt 11, Sayı 18, 1-16.
- Kaynak, R., AYTEKİN, M. (2005). Makine Halı Sektöründe Satın Alma Davranışına Etki Eden Tedarikçi Performans Kriterleri. *V. Ulusal Üretim Araştırmaları Sempozyumu, İstanbul Ticaret Üniversitesi*, 25-27.
- Kazemi, N., Modak, N.M., Govindan, K. (2018). A review of reverse logistics and closed loop supply chain management studies published in *IJPR*: a bibliometric and content analysis. *International Journal of Production Research*, Volume 57, 4937-4960, 1-24.
- Kılıç, H.S. ve Yalçın, A.S. (2020). Modified two-phase fuzzy goal programming integrated with IF-TOPSIS for green supplier selection. *Applied Soft Computing Journal*, Volume 93, 106371, 1-22.
- Kim, S.K., Lee, H.S. (2007). MAUT approach for selecting a proper decommissioning scenario. *WM'07 Conference, February 25-March 1, Tucson, AZ*, 1-12.

- Kim, S.K., Song, O. (2009). A MAUT approach for selecting a dismantling scenario for the thermal column in KRR-1, *Annals of Nuclear Energy*, 36, 145–150.
- Keskin, G.A., Ilhan, S., Ozkan, C. (2010). The fuzzy art algorithm: a categorization method for supplier evaluation and selection. *Expert Syst. Appl.* 37(2), 1235–1240.
- Khalilzadeh, M., Derikvand, H. (2018). A multi-objective supplier selection model for green supply chain network under uncertainty. *Journal of Modelling in Management*, DOI 10.1108/JM2-06-2017-0062, September, Vol.3, No.3, 605-625.
- Klassen, Robert D. ve Johnson, P., “Fraser The Green Supply Chain”, (2004). S. New, R. Westbrook (ed) *Understanding Supply Chains: Concepts, Critiques and Futures*. Oxford: Oxford University Press, 229- 251.
- Koç, E., (2019). Uluslararası Tedarikçi Seçim Probleminde Bulanık DEMATEL Yönteminin Kullanımı. *Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, <http://busbed.bingol.edu.tr>, Yıl: 9, Cilt: 9, Sayı: 17, Bahar/Spring, 339-355.
- Kokangül, A., Susuz, Z., (2009). Integrated analytical hierarch process and mathematical programming to supplier selection problem with quantity discount. *Applied Mathematical Modelling*, 33, 1417–1429.
- Konidari, P., Mavrakıs, D. (2007). A multi-criteria evaluation method for climate change mitigation policy instruments. *Energy Policy*, 35, 6235–6257.
- Konuşkan, Ö., Uygun, Ö. (2014). Çok Nitelikli Karar Verme (MAUT) Yöntemi ve Bir Uygulaması, *ISITES 2014*, 1403-1412.
- Kundakçı, N., Işık, A.T. (2016). Integration of MACBETH and COPRAS methods to select air compressor for a textile company. *Decision Science Letters*, 5, 381–394.

- Kundakçı, N. (2018). An Integrated method using MACBETH and EDAS methods for evaluating steam boiler alternatives. *Journal of Multi- Criteria Decision Analysis*, 2019-Wiley Online Library, 1-8.
- Kuo, T.C., Hsu, C.W., Li, J.Y. (2015). Developing a Green Supplier Selection Model by Using the DANP with VIKOR. *Sustainability*, 1661-1689.
- Kuo, R.J., Hong, S.Y., Huang, Y.H. (2010a). Integration of particle swarm optimization-based fuzzy neural network and artificial neural network for supplier selection. *Appl. Math. Model.* 34, 3976–3990.
- Kuo, R.J., Wang, Y.C., Tien, F.C. (2010b). Integration of artificial neural network and MADA methods for green supplier selection. *J. Cleaner Prod.* 18, 1161–1170.
- Kuzu, S., “VIKOR” (2018). (Eds.) Yıldırım B.F., Önder E., Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri, (3.Baskı), Dora Yayınevi, Ezgi Matbaacılık, 125-132.
- Laghrabli, S., Benabbou, L., Berrado, A. (2016). Strategic Decision Processes Classification Framework Using UTADIS. *IEEE 2016 11th International Conference on Intelligent Systems*, 1-6.
- Lalmuanawma, S., Hussain, J., Chhakchhuak, L. (2020). Applications of Machine Learning and Artificial Intelligence for Covid-19 (SARS-CoV-2) pandemic: A review. *Chaos, Solitons and Fractals*, 1-12.
- Large, R.O., Thomsen, C.G. (2011). Drivers of green supply management performance: Evidence from Germany. *Journal of Purchasing & Supply Management* 17, 176-184.
- Larson, P.D., Halldorsson, A. (2002). What is SCM? And, Where is It? *The Journal of Supply Chain Management*, Fall 2002, 36-45.
- Lee, C. H., ve Rhee, B. D. (2007). Channel coordination using product returns for a supply chain with stochastic salvage capacity. *European Journal of Operational Research*, 177(1), 214–238.

- Lee, A.H.I., Kang, H.Y., Hsu, C.F., Hung, H.C. (2009). A green supplier selection model for high-tech industry. *Expert Systems with Applications*, 36, 7917–7927.
- Leenders, M.R. and H.E. Fearon (1997). *Purchasing and Supply Management*, 11th ed., Irwin, Chicago, IL, p. 6.
- Li, R.J. (1999). Fuzzy method in group decision making. *Computers and Mathematics with Applications*, 38(1), 91–101.
- Li, X., ve Wang, Q. (2007). Coordination mechanisms of supply chain systems. *European Journal of Operational Research*, 179(1), 1–16.
- Li, D.-F. (2012). A fast approach to compute fuzzy values of matrix games with payoffs of triangular fuzzy numbers. *Eur. J. Oper. Res.* 223, 421–429.
- Li, X. ve Olorunniwo, F. (2008). “An exploration of reverse logistics practices in three companies”. *Supply Chain Management: An International Journal*, Vol. 13 No. 5, 381-386.
- Liang, H., Ren, J., Gao, Z., Gao, S., Luo, X., Dong, L., Scipioni (2016). A. Identification of critical success factors for sustainable development of biofuel industry in China based on grey decision-making trial and evaluation laboratory (DEMATEL). *J. Clean. Prod.* 131, 500–508.
- Liao, H., Wu, D., Huang, Y., Ren, P., Xu, Z., Verma, M. (2018). Green Logistic Provider Selection with a Hesitant Fuzzy Linguistic Thermodynamic Method Integrating Cumulative Prospect Theory and PROMETHEE. *Sustainability*, 10, 1291, 1-16.
- Lin, H., Huang, B. (2019). A mathematical programming model for the recycling of sustainable food waste, *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 351, 012009, 1-8.

- Lin, K. P., Tseng, M.L., Pai, P.F. (2016). Sustainable supply chain management using approximate fuzzy DEMATEL method. *Resources, Conservation and Recycling. Science Direct* 128, 134-142.
- Liou, J.J.H., Yen, L., Tzeng, G.H. (2008). Building an effective safety management system for airlines. *J. Air Transport Manage.* 14, 20–26.
- Liu, Z., Li, L., Zhao, X., Sha, L., Wang, D., Wang, X., Liu, P. (2020). Selecting the Optimal Green Agricultural Products Supplier: A Novel Approach Based on GBWM and PROMETHEE II, *Sustainability* 2020, 12, 6703, 1-23.
- Lo.C. W. ve Leung S.W. (2000). Environmental Agency and Public Opinion in Guangzhou: The Limits of a Popular Approach to Environmental Governance, *The China Quarterly*, 163, 677-704.
- Lu, L.Y.Y., Wu, C., Kuo, T.C. (2007). Environmental principles applicable to green supplier evaluation by using multi-objective decision analysis. *International Journal of Production Research*, Vol. 45, Nos. 18–19, 15 September–1 October 2007, 4317–4331.
- Lumms, R.R., Vokurjka, R.J. (1999). Defining supply chain management: a historical perspective and practical guidelines. *Industrial Management & Data Systems*, Vol. 99 Issue: 1, pp.11-17.
- Macharis, C., Springael, J., de Brucker, K., Verbeke (2004). A.: PROMETHEE and AHP: the design of operational synergies in multicriteria analysis. Stengthening PROMETHEE with ideas of AHP. *Eur. J. Oper. Res.* 153(2), 307–317.
- Madi, E.N. ve Osman, A. (2011). “Fuzzy TOPSIS Method in The Selection Of Investment Boards By Incorporating Operational Risks”. *Proceedings Of The World Congress On Engineering, WCE 2011, 6-8 July 2011, London, U.K.*, 1-5.

- Magdalena, R. (2012). Supplier Selection for Food Industry: A Combination of Taguchi Loss Function and Fuzzy Analytical Hierarchy Process. *The Asian Journal of Technology Management*, Vol. 5, No.1, 13-22.
- Mahmoudi S., Jalali A., Ahmadi M., Abasi P., Salari N. (2019). Identifying critical success factors in Heart Failure Self-Care using fuzzy DEMATEL method. *Applied Soft Computing Journal*, 84, 1-16.
- Maisel, L. (2001). *Performance Measurement Practices Survey Results*. New York: American Institute of Certified Public Accountants. 1-29.
- Marbini, A.H. and Tavana, M. (2011). An extension of the ELECTRE I method for group decision-making under a fuzzy environment. *Omega*, 39(4), 373–386.
- Massoud, M. A., Fayad, R., Kamleh, R. and El-Fadel, M. (2010). Environmental management system (ISO 14001) certification in developing countries: challenges and implementation strategies 1. *Environmental science & technology*, 44(6), 1884-1887.
- McIvor, R. and McHugh, M. (2000). Collaborative buyer supplier relations: implications for organization change management. *Strategic Change*, 9, 221-236.
- Mendas, A., Delali, A., Khalfallah, M., Likou, L., Gacemi, M.A., Boukrentach, H., Djilali, A. and Mahmoudi, R. (2014). Improvement of land suitability assessment for agriculture application in Algeria. *Arabian Journal of Geosciences*, 7(2), 435–445.
- Menon, A., Menon, A., Chowdhury, J., Jankovich, J. (1999). Evolving Paradigm For Environmental Sensitivity in Marketing Programs: A Synthesis Of Theory And Practice. *Journal of Marketing Theory and Practice*, Spring 1999, Vol.7., No:2., p.1-15.
- Michnik, J. (2013). Weighted Influence Non-linear Gauge System (WINGS) – An analysis method for the systems of interrelated components. *Eur. J. Oper. Res.*3, 536–544.

- Min, H. (1994). International Supplier Selection: A Multi-attribute Utility Approach. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 24, No. 5, pp. 24-33.
- Min, H., Galle, W.P. (2001). Green Purchasing practices of US firms. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol.21, No.9, 1222-1238.
- Mirhedayatian, S.M., Azadi, M., Saen, R.F. (2013). A novel network data envelopment analysis model for evaluating green supply chain management, *Int. J. Production Economics*, 544-554.
- Mishra, S., Mahapatra, D. (2015). Maintenance Strategy and Decision Making–AHP Method, *International Journal of Advanced Engineering Research and Studies*, Jan.-March, 256-258.
- Mishra, D., Gunasekeran, A., Papadopoulos, T., Hazen, B. (2017). Green supply chain performance measures: A review and bibliometric analysis. *Sustainable Production and Consumption*, 1-35.
- Meksavang, P., Shi, H., Lin, S.M., Liu, H.C. (2019). An Extended Picture Fuzzy VIKOR Approach for Sustainable Supplier Management and Its Application in the Beef Industry. *Symmetry*, 11-468, 1-19.
- Monczka, R.M., Giunipero, L.C., C.P.M. and Reck, R.F. (1981). Perceived Importance of Supplier Information. *Journal of Purchasing and Materials Management*, Spring 1981, 21-29.
- Monczka, R., R. Trent, and R. Handfield. (1998). *Purchasing and Supply Chain Management*, South-Western College Publishing, Cincinnati, OH, pp. 78 and 260.
- Montignac, F., Noirot, I., Chaudourne, S. (2009). Multi-criteria evaluation of on-board hydrogen storage technologies using the MACBETH approach. *International Journal Of Hydrogen Energy*, 34, 4561-4568.

- Mulliner, E., Smallbone, K., Maliene, V. (2013). An assessment of sustainable housing affordability using a multiple criteria decision making method. *Omega*, 41, 270–279.
- Mutingi, M., Mapfaira, H., Monageng, R. (2014). Developing performance management systems for the green supply chain. *Journal of Remanufacturing* 2014, 4:6, 1-20.
- Nakıboğlu, G. (2007). Tersine lojistik: Önemi ve Dünyadaki uygulamaları. *İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(2), 181-196.
- Newman, R.G. (1988). Insuring Quality: Purchasing's Role. *Journal of Purchasing and Materials Management*, Fall 1988, 14-21.
- Nielsen, I.E., Banaeian N., Golinska, P., Mobli, H. and Omid, M. (2014). Green Supplier Selection Criteria: From a Literature Review to a Flexible Framework for Determination of Suitable Criteria. *Logistics Operations, Supply Chain Management and Sustainability, EcoProduction*, 79-99.
- Ninlawan, C., Seksan P., Tossapol, K. ve Pilada, W. (2010). The implementation of green supply chain management practices in electronics industry. *Proceedings of the International Multiconference of Engineers and Computer Scientists*, (3), 1-6.
- Nyaga, G.N., Whipple, J.M., Lynch, D.F. (2010). Examining supply chain relationships: Do buyer and supplier perspectives on collaborative relationships differ? *Journal of Operations Management* 28, 101–114.
- Oh, S-C., D'Arcy, J.B., Arinez, J.F., Biller, S.R., Hildreth, A.J. (2011). Assessment of Energy Demand Response Options in Smart Grid Utilizing the Stochastic Programming Approach, 2011 IEEE, 1-5.
- Oh, S-C., Hildreth, A.J. (2013). Decisions on Energy Demand Response Option Contracts in Smart Grids Based on Activity-Based Costing and Stochastic Programming, *Energies*, 2013, 6, 425-443.

- Ok, K., Okan, T. ve Yilmaz, E. (2011). A comparative study on activity selection with multicriteria decision making techniques in eco tourism planning. *Scientific Research and Essays*, 6(6), 1417–1427.
- Olah, J., Zeman, Z., Balogh, I., Popp, J. (2018). Future Challenges And Areas Of Development For Supply Chain Management. *Scientific Journal of Logistics*, 14 (1), 132.
- Oliveira, E., Antunes, C.H. and Gomes, A. (2011). Incorporation of preferences in an evolutionary algorithm using an outranking relation: The EvABOR approach. *International Journal of Natural Computing Research*, 2(1), 63–85.
- Oliveira, E., Antunes, C.H. and Gomes, A. (2013). A comparative study of different approaches using an outranking relation in a multi objective evolutionary algorithm. *Computers & Operations Research*, 40(6), 1602–1615.
- Omurca, S.I. (2013). An intelligent supplier evaluation, selection and development system. *Appl. Soft Comput.* 13(1), 690–697.
- Ondrus, J. and Pigneur, Y. (2009). Near field communication: An assessment for future payment systems, *Information Systems and e-Business Management*, 7(3), 347–361.
- Onut, S., Tuzkaya, U.R., Torun, E. (2011). Selecting container port via a fuzzy ANP-based approach: a case study in the marmara region. *Turk. Transp. Policy* 18(1), 182–193.
- Opricovic, S., Tzeng, G.H. (2002). Multicriteria Planning of Post-Earthquake Sustainable Reconstruction, *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 211-220.
- Opricovic, S., Tzeng, G.H. (2004). Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *European Journal of Operational Research*, Sayı: 156, 445-455.

- Opricovic, S., Tzeng, G.H. (2007). Extended VIKOR method in comparison with outranking methods. Science Direct, European Journal of Operational Research 178, 514-529.
- Oralhan, B. (2019). Sosyal Medya Platformu Seçimini Etkileyen Kriter Ağırlıklarının Bulanık DEMATEL Yöntemiyle Belirlenmesi. IBAD Sosyal Bilimler Dergisi, Özel Sayı, 408-420.
- Oraman, Y., Unakıtan, G., “Türkiye Bakliyat Sektörünün Analizi” (2019). (Eds.) Dimitrov, D.K., Nikoloski, D., Yılmaz, R., XI. International Balkan and Near Eastern Social Sciences Congress Series – Tekirdağ, 950.
- Organ A. (2013). Bulanık DEMATEL Yöntemiyle Makine Seçimini Etkileyen Kriterlerin Değerlendirilmesi, Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, Cilt 22, Sayı1, Sayfa 157-172.
- Opricovic, S. ve Tzeng, G. (2003). Defuzzication Within a Multicriteria Decision Model, www.worldscientific.com, Erişim Tarihi:22.03.2020.
- Ömürbek, N., Işık, E. (2016). Performans Değerlemesinde DEMATEL ve Bulanık TOPSIS Uygulaması, Ege Akademik Bakış, Cilt 16, Sayı 1, Ocak 2016, Sayfa:49-64.
- Ömürbek, N., Karaatlı, M., Balcı, H.F. (2016). Entropi Temelli MAUT ve SAW Yöntemleri ile Otomotiv Firmalarının Performans Değerlemesi, Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Cilt:31, Sayı:1, Yıl:2016, ss. 227-255.
- Özceylan, E., Çetinkaya, C., Korkmaz, İ.H., Paksoy, T. (2020). Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi (1.Baskı). İstanbul: İdeal Kültür Yayıncılık.
- Özdemir, A.İ. (2004). Tedarik zinciri yönetiminin gelişimi, süreçleri ve yararları. Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 23, 87-96.
- Özdemir, M., “TOPSIS” (2018). (Eds.) Yıldırım B.F., Önder E., Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri, (3.Baskı), Dora Yayınevi, Ezgi Matbaacılık, 139-152.

- Öztürk, A.B., Bitkisel Yağ İmalat Sektörü, https://ekonomi.isbank.com.tr/Content/Management/Documents/sr201605_bitkisel_yagimalatisektoru.pdf, Erişim Tarihi: 07.07.2021, Türkiye İş Bankası, İktisadi Araştırmalar Bölümü, Mayıs 2016, 1-31.
- Paschetta, E. and Tsoukias, A. (2000). A Real World MCDA Application: Evaluating Software. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 9(5), 205–226.
- Pereira, T., Dias, E., Fontes, D.B.M.M. (2019). A MCDA Model For Olive Oil Supplier Selection Using MACBETH. *International Journal For Quality Research*, 13 (4), 849-862.
- Perçin, S. ve Karakaya, A. (2012). “Bulanık Karar Verme Yöntemleriyle Türkiye’de Bilişim Teknolojisi Firmalarının Finansal Performanslarının Değerlendirilmesi”, XXXIII(II): Marmara Üniversitesi İ.İ.B.F Dergisi, 241-266.
- Petrovic, M., Bojkovic, N., Anic, I. and Petrovic, D. (2012). Benchmarking the digital divide using a multi level outranking framework: Evidence from EBRD countries of operation, *Government Information Quarterly*, 29(4), 597–607.
- P.L. Yu, , (1973). "A class of solutions for group decision problems". *Management Science* 19 (8) pp.936-946.
- Prahinski, C. ve Kocabaşoğlu, C. (2006). “Empirical research opportunities in reverse supply chains”. *Omega: The International Journal of Management Science*, Vol. 34 No. 6, pp. 519-532.
- Ramik, J. (2006). A decision system using ANP and fuzzy inputs. In: 12th International Conference on the Foundations and Applications of Utility, Risk and Decision Theory, Roma, V:3, 4, 825-837.
- Rao, P. (2002). Greening the supply chain: A new initiative in south East Asia. *Int. J. Oper. Prod. Manag.*, 22, 632–655.

- Ren, J., Manzardo, A., Toniolo, S., Scipioni, A. (2013). Sustainability of hydrogensupply chain. Part I: identification of critical criteria and cause-effect analysisfor enhancing the sustainability using DEMATEL. *Int. J. Hydrogen Energy* 38,14159–14171.
- Rigopoulos, G. ve Anagnostopoulos, K. (2010). Fuzzy multicriteria assignment for nominal classification: Methodology and application in evaluation of GreekBank’s electronic payment retailers. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, 9 (3), 437–454.
- Rogers, D.S., Tibben-Lembke, R. (2001). An Examination Of Reverse Logistics Practices. *Journal Of Business Logistics*, Vol.22, No. 2, 129-148.
- Ronen, B., Trietsch, D. (1988). A Decision support system for purchasing management of large projects. *Operations research*, 36(6), 882-890.
- Ross, D.F., (2011). *Introduction to Supply Chain Management Technologies*. 2.Baskı. Abingdon, Newyork, ABD: Taylor and Francis Group, LLC.
- Roszkowska, E., Wachowicz, T. (2015). Application of Fuzzy TOPSIS to scoring the negotiation offers in ill-structured negotiation problems. *European Journal of Operational Research*, Volume 242, Issue 3, 1-37.
- Roy, B. (1981). The Optimisation Problem Formulation: Criticism and Overstepping. *Journal of the Operational Research Society* Vol. 32, No. 6, 427-436.
- Roy, S.A., Ali, S.M., Kabir G., Enayet R., Suhi, S.A., Haque T., Hasan R. (2019). A framework for sustainable supplier selection with transportation criteria, *International Journal of Sustainable Engineering*, Volume 13, Issue 2, 1-16.
- Saaty, T.L. (1996). *Decision Making with Dependence and Feedback: The Analytic Network Process*. RWS Publications, Pittsburgh.
- Saaty, T.L., Vargas, L.G. (1998). Diagnosis with dependent symptoms: bayes theorem and the analytic network process. *Oper. Res.* 46(4), 491–502.

- Saaty, T.L. (1999). Fundamentals of the analytic network process. ISAHP 1999, Kobe, Japan, August 12-14.
- Saaty, T.L. (2000). Fundamentals of Decision Making and Priority Theory, 2nd edn. RWS Publication, Pittsburgh.
- Saaty, R.W. (2003). Decision making in complex environment: the analytic hierarchy process (AHP) for decision making and the analytic network process (ANP) for decision making with dependence and feedback.
- Saaty, T.L. (2003). Rank, normalization and idealization in the analytic hierarchy process. In: The 7th International Symposium on Analytic Hierarchy process, 57-64.
- Saaty, T.L. (2004). The analytic network process: Dependence and feedback in decision making (Part 1) theory and validation examples. In: MCDM 2004, Whistler, B.C., Canada, August 6–11.
- Saen, R.F. (2006). An algorithm for ranking technology suppliers in the presence of nondiscretionary factors. *Appl. Math. Comput.* 181(2), 1616–1623.
- Saen, R.F. (2007). A new mathematical approach for suppliers selection: Accounting for non-homogeneity is important. *Applied Mathematics and Computation*, 185(1), 84–95.
- Saglam, U. (2017). A two-stage data envelopment analysis model for efficiency assessments of 39 state's wind power in the United States. *Energy Conversion and Management*, 146, 52–67.
- Sahinidis, N.V. (2004). Optimization under uncertainty: state-of-the-art and opportunities. *Computers and Chemical Engineering*, 28, 971–983.
- Sarı, K., Suslu, M. (2018). A modeling approach for evaluating green performance of a hotel supply chain. *Technological Forecasting and Social Change*, 1-8.

- Sarı, K. (2015). The impact of green logistics practices on firm performance: Evidence from Turkish healthcare industry. Proceedings of POMS 26th Annual Conference, May 8-11, Washington, D.C., U.S.A., 2, ResearchGate, 1-6.
- Sarı, K. (2017). A Novel Multi-Criteria Decision Framework For Evaluating Green Supply Chain Management Practices, *Computer and Industrial Engineering*, 338-347.
- Sarkis, J. (1998). Science Direct Elsevier, Evaluating environmentally conscious business practices, Volume 107, P159-174.
- Sarul, L.S., “UTA” (2018). (Eds.) Yıldırım B.F., Önder E., Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri, (3.Baskı), Dora Yayınevi, Ezgi Matbaacılık, 283-285.
- Scott, J., Ho, W., Dey, P.K., Talluri, S. (2015). A decision support system for supplier selection and order allocation in stochastic, multistakeholder and multi-criteria environments, *International Journal of Production Economics: Manufacturing Systems. Strategy & Design*, Volume 166, August 2015, Pages 226-237.
- Senvar, O., Tuzkaya, U.R., Kahraman, C., “Supply Chain Performance Measurement: An Integrated DEMATEL and Fuzzy-ANP Approach” (2014). (Eds.) Kahraman, C. ve Oztaysi, B., *Supply Chain Management Under Fuzziness, Recent Developments and Techniques*, Springer, Volume 313, ISBN 978-3-642-53939-8, (eBook), 147-151.
- Seo, Y.J., Jeong, H.Y., Song, Y.J. (2005). A Study on Web Services Selection Method Based on the Negotiation Through Quality Broker: A MAUT-based Approach, *International Conference on Embedded Software and Systems, ICESS*, Volume 3605, pp. 65-73.
- Seyed-Hosseini, S.M. (2006). Reprioritization of failures in a system failure mode and effects analysis by decision making trial and evaluation laboratory technique, *Reliability Engineering and System Safety* 91, 872–881.

- Sharma, M.K., Bhagwat, R. ve Dangayach, G.S., (2005). Practice of performance measurement: experience from Indian SMEs. *Int. J. Globalisation and Small Business*, Vol. 1, No. 2, 183-213.
- Shemshadi, A., Shirazi, H., Toreihi, M., Tarokh, M.J. (2011). A fuzzy VIKOR method for supplier selection based on entropy measure for objective weighting. *Expert Syst. Appl.* 38, 12160–12167.
- Sheu, J.B., Chou, Y.H., Hu, C.C. (2005). An integrated logistics operational model for green-supply chain Management. *Transp. Res. Part E Logist. Transp. Rev.*, 41, 287–313.
- Shin, H., Collier, D. A. and Wilson, D. D. (2000). Supply management orientation and supplier/buyer performance. *Journal of Operations Management*, 18, 317–333.
- Siskos, J., Zopounidis, C. (1987). The Evaluation Criteria Of The Venture Capital Investment Activity: An interactive assessment, *European Journal of Operational Research*, 31, 304-313.
- Siskos, Y., Grigoroudis, E., Matsatsinis, N.F. (2005). Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys, *International Series in Operations Research & Management Science book series, ISOR, volume 78, UTA Methods*, Chapter 8, pp.297-334.
- Soteriou, A.C. and Stavriniades, Y. (1997). An internal customer service quality data envelopment analysis model for bank branches, *International Journal of Operations & Production Management*, 17, 780-789.
- Soukup, W.R. (1987). Supplier Selection Strategies. *Journal of Purchasing and Materials Management*, Summer 1987, 7-12.
- Soykan, Y. (2010). Markov Zincirleri ile Pazar Payı araştırma modeli ve otomobil lastiği pazarında bir uygulama, *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, Sayı 27, 1-11.

- Spyridakos, A. (2018). Yannacopoulos, D., Collaborative Decision Making for Small Groups Utilizing UTA Methods, Preference Disaggregation in Multiple Criteria Decision Analysis, pp 59-76.
- Şahin, S., "ELECTRE" (2018). (Eds.) Yıldırım B.F., Önder E., Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri, (3.Baskı), Dora Yayınevi, Ezgi Matbaacılık, 155.
- Şen, E. (2008). KOBİ'lerin Uluslararası Rekabet Güçlerini Artırmada Tedarik Zinciri Yönetiminin Önemi. Gözden Geçirilmiş 2. Baskı. Ankara: Başbakanlık DTM İGEME, pp 5.
- Şenkayas, H., Hekimoğlu, H. (2013). Çok Kriterli Tedarikçi Seçimi Problemine PROMETHEE Yöntemi Uygulaması, Verimlilik Dergisi, 2013/2, Sayfa 63-80.
- Tahriri, F., Osman, M.R., Ali, A., Yusuff, R.M. (2008). A Review Of Supplier Selection Methods In Manufacturing Industries, Suranaree J. Sci. Technol. 15(3):201-208.
- Tarofder, A.K., Azam, S.M.F., Jahal, A.N. (2017). Operational or strategic benefits Empirical investigation of internet adoption in supply chain management. Management Research Review, Vol. 40, No. 1, pp.28-52.
- Taşkın, E., (2013). İşletme Yönetimi İlkeleri, (1.Baskı), Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara, 169.
- Tlili, Y. and Nafi, A. (2012). A practical decision scheme for the prioritization of water pipe replacement. Water Science and Technology: WaterSupply, 12(6), 895–917.
- Triantaphyllou, E. (2000). Multi-Criteria Decision Making Methods: A Comparative Study, Springer Book Archive, pp 5-21.
- Tsai W.H., Chou, W.C. (2009). Selecting management systems for sustainable development in SMEs: A novel hybrid model based on DEMATEL, ANP, and ZOGP, Expert Systems with Applications 36, 1444–1458.

- Tsai, S., Saito, R., Lin, Y., Chen, Q. and Zhou, J. (2015). Discussing measurement criteria and competitive strategies of green suppliers from a green law perspective. *Journal of Engineering Manufacture*, 229(S1) 135–145.
- Tundys, B. (2016). Sustainable supplier selection criteria in the context of developing of green supply chain. 2016 5th IEEE Int. Conf. on Advanced Logistics & Transport (ICALT), 147-153.
- Turan, G., “Çok Kriterli Karar Verme” (2018). (Eds.) Yıldırım B.F., Önder E., Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri, (3.Baskı), Dora Yayınevi, Ezgi Matbaacılık, 15-19.
- Tuzkaya, G., Gülsün, B., Kahraman, C., Özgen, D. (2010). An integrated fuzzy multi-criteria decision making methodology for material handling equipment selection problem and an application. *Expert Syst. Appl.* 37(4), 2853–2863.
- Tuzkaya, U.R., Yilmazer, K.B., Tuzkaya, G. (2012). Location selection of emergency logistics centers using an integrated DEMATEL-ANP approach. In: *The 10th International FLINS Conference on Uncertainty Modeling in Knowledge Engineering and Decision Making: Istanbul, Turkey (2012)*.
- Türk, H., Güler, A., Yıldırım, B., “Gıda Sektörüne Yönelik Bir Stratejik Pazarlama Planlaması: Torku Örneği” (2019). (Eds.) Dimitrov, D.K., Nikoloski, D., Yılmaz, R., XI. International Balkan and Near Eastern Social Sciences Congress Series – Tekirdağ, 401.
- Tzeng, G.H., Chiang, C.H., Li, C.W. (2007). Evaluating intertwined effects in learning programs: a novel hybrid MCDM model based on factor analysis and DEMATEL. *Expert Syst. Appl.* 32, 1028–1044.
- Tzeng, G.H., Huang, J.J. (2011). *Multiple attribute decision making*. New York, CRC Press, 978-1-4398-6157-8.
- Ulengin, F., Topçu, Y., Sahin, S.O. (2001). An Integrated decision aid system for Bosphorous watercrossing problem. *Eur. J. Oper. Res.* 134, 179–192.

- Ulutaş, A., Topal, A., Bakhat, R. (2019). An Application of Fuzzy Integrated Model in Green Supplier Selection. *Mathematical Problems in Engineering*, Volume 2019, Article ID 4256359, 1-11.
- Valente, A. (2016). Reconfigurable industrial robots: A stochastic programming approach for designing and assembling robotic arms, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 41,115–126.
- Velasquez, M., Hester, P.T. (2013). An Analysis of Multi-Criteria Decision Making Methods, *International Journal of Operations Research*, Vol. 10, No. 2, 56-66.
- Vokurka, R.J., Choobineh J. and Vadi, L. (1996). A prototype expert system for the evaluation and selection of potential suppliers. *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 16, Iss 12, pp. 106–127.
- Voulgaris, F., Doumpos, M., Zopounidis, C. (2000). On the Evaluation of Greek Industrial SMEs' Performance via Multicriteria Analysis of Financial Ratios, *Small Business Economics* 15: 127–136.
- Wagner J., Ettenson R., Parrish J. (1989). Vendor Selection Among Retail Buyers: An Analysis by Merchandise Division, *Journal Of Retailing*, 58-79.
- Wang, T.C., Liang J.L., Ho C.Y. (2006). Multi-Criteria Decision Analysis by Using Fuzzy VIKOR 1-6. *International Conference on Service Systems and Service Management*, Conf.Date. 25-27 Oct. 2006.
- Wang, T-Y., Yang, Y-H. (2009). A fuzzy model for supplier selection in quantity discount environments. *Expert Systems with Applications*, 36, 12179–12187.
- Wang, M., Lin, S.J., Lo, Y.C. (2010). The Comparison Between MAUT and PROMETHEE. *Proceedings of the 2010 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, 753-757.

- Weber, C.A., Current, J.R., Benton, B.C. (1991). Vendor selection criteria and methods, *European Journal of Operational Research*, 2-28.
- Wang, J.W., Cheng, C.H. and Huang, K.C. (2009). “Fuzzy Hierarchical TOPSIS For Supplier Selection”, *Applied Soft Computing*, 9(1): 377-386.
- Wei, P.L., Huang, J.H., Tzeng, G.H., Wu, S.I. (2010). Causal modeling of web-advertising effects by improving SEM based on DEMATEL technique. *Int. J. Inf. Technol. Decis. Making* 9, 799–829.
- Wu, M., Liu, Z. (2011). The supplier selection application based on two methods: VIKOR algorithm with entropy method and Fuzzy TOPSIS with vague sets method, *International Journal of Management Science and Engineering Management*, 109-115.
- Wu, M.C. and Chen, T.Y. (2011). The ELECTRE multicriteria analysis approach based on Atanassov's intuitionistic fuzzy sets. *Expert Systems with Applications*, 38(10), 12318–12327.
- Wu, T., Shunk, D., Blackhurst, J., Appalla, R. (2007). AIDEA: a methodology for supplier evaluation and selection in a supplier-based manufacturing environment. *Int. J. Manuf. Technol. Manage.* 11(2), 174–192.
- Wu W. Wen and Lee Y.T. (2007). Developing global managers' competencies using the fuzzy DEMATEL method, *Science Direct, Elsevier*, 499-507.
- Wu, W.Y., Qomariyah, A., Sa, N.T.T., Liao, Y. (2018). The Integration between Service Value and Service Recovery in the Hospitality Industry: An Application of QFD and ANP, *International Journal of Hospitality Management*, 75, 48–57.
- Wu, Y., Wang, J., Ji, S., Song, Z. (2019). Renewable energy investment risk assessment for nations along China's Belt & Road Initiative: An ANP-cloud model method, *Energy*, 116381, 1-19.

- Xidonas, P., Askounis, D. and Psarras, J. (2009). Common stock portfolio selection: A multiple criteria decision making methodology and an application to the Athens Stock Exchange, *Operational Research An International Journal*, 9(1), 55–79.
- Xu, N., N. Linda (2009). Modeling supplier selection and the use of option contracts for global supply chain design, *Computers & Operations Research*, 36, 2786-2800.
- Yalçın, A.Z. (2106). Sürdürülebilir Kalkınma İçin Yeşil Ekonomi Düşüncesi ve Mali Politikalar. Çankırı Karatekin Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, Y.2016, Cilt 6, Sayı 1, ss.749-775
- Yan, G. (2009). Research on Green Suppliers' Evaluation Based on AHP & Genetic Algorithm, *International Conference on Signal Processing Systems*, 615-619.
- Yang, Y.Z. and Wu, L.Y. (2008). Extension Method for Green Supplier Selection. 2008 IEEE 4th International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, 1-4.
- Yangınlar, G. ve Sarı K, (2014). Yeşil lojistik uygulamaları ve işletme performansı üzerine bir literatür araştırması. Yayınlanmış: 3.Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi, 15-17 Mayıs 2014, Trabzon, 178-187.
- Yangınlar, G. ve Sarı K. (2017). İşletmeleri yeşil lojistik uygulamalarına zorlayan sebepler üzerine bir araştırma. Yayınlanmış: Trakya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi E-Dergi, Cilt 6, Sayı 1, 101-121.
- Yeh, W.C., Chuang, M.C. (2011). Using multi-objective genetic algorithm for partner selection in green supply chain problems, *Expert Systems with Applications* 38, 4244-4253.
- You, M., Xiao, Y., Zhang, S., Yang, P., Zhou S. (2019). Optimal mathematical programming for the warehouse location problem with Euclidean distance linearization, *Computers & Industrial Engineering* 136, 70–79.

- Yu, R., Tzeng, G.H. (2006). A soft computing method for multi-criteria decision making with dependence and feedback. *Appl. Math. Comput.* 180, 63–75.
- Yu, V.F., Hu, K.J. (2010). An integrated fuzzy multi-criteria approach for the performance evaluation of multiple manufacturing plants. *Comput. Ind. Eng.* 58(2), 269–277.
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3), 338–353.
- Zang, Y., Zhang, F., Di, C.A., Zhu, D. (2014). Advances of flexible pressure sensors toward artificial intelligence and health care applications, *Royal Society Of Chemistry, Materials Horizons*, 140-156.
- Zeleny, M. (1982). *Multiple Criteria Decision Making*, Kyoto I sted, NY: McGraw-Hill.
- Zhu, Q. ve Sarkis, J. (2004). Relationships between operational practices and performance among early adopters of green supply chain management practices in Chinese manufacturing enterprises. *Journal of Operations Management*, 22, 265–289.
- Zhu, Q., Sarkis, J. ve Lai, K. (2008). “Confirmation Of A Measurement Model For Green Supply Chain Management Practices Implementations”, *Int. J. Production Economics*, 111, 261–273.
- Zhu, Q., Sarkis, J., Lai, K.H. (2008). Green supply chain management implications for “closing the loop”. *Transportation Research, Part E* 44, 1–18.
- Zhu, Q., Sarkis, J. ve Lai, K. (2007). “Initiatives And Outcomes Of Green Supply Chain Management Implementation By Chinese Manufacturers”, *Journal Of Environmental Management*, 85, 179–189.
- Zhu, K., Zhao, S.Y., Shanlin Y., Liang, C., Gu, D. (2016). Where is the way for rare earth industry of China: Ananalysis via ANP-SWOT approach, *Resources Policy* 49, 349–357.

- Zijm, H., Klumpp M., Heragu, S., Regattieri A. (2018). Operations, Logistics and Supply Chain Management: Definitions and Objectives. Operations, Logistics and Supply Chain Management, Springer, Cham, 27-42.
- Zionts, S. (1992). "Some Thoughts on Research in Multiple Criteria Decision Making", Computers and Operations Research, Vol. 19 No. 7, pp. 567-70.
- Zopounidis, C., Doumpos, M. (1999). A Multicriteria Decision Aid Methodology for Sorting Decision Problems: The Case of Financial Distress, Computational Economics 14: 197–218.
- Zu'bi, M.F.A.Z., Tarawneh, E., Abdallah, A.B., Fidawi, M.A. (2015). Investigating Supply Chain Integration Effects on Environmental Performance in the Jordanian Food Industry. American Journal of Operations Research, 5, 247-257.

EKLER

Ek 1.Anket Birinci Bölüm

Sayın Katılımcı,

Bu anket formu Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Yönetimi Ana Bilim Dalı tarafından yürütülmekte olan "Tedarikçi Seçim Modeli Geliştirme ve Yeşil Kriterlerin Öneminin Gıda Sektöründe İncelenmesi" konulu doktora tezinin araştırma kısmı ile ilgilidir.

Bu araştırmanın amacı Türkiye'de gıda sektöründe tedarikçi seçiminde önemli olan kriterleri tespit etmek ve son dönemlerde oldukça önemli yeşil kriterlerin diğer kriterlere göre önem derecesini çıkartmaktır. Bu amaca ulaşabilmek için model geliştirerek; yeşil satınalma, yeşil tedarikçi seçimi, yeşil tedarik zincirinin; işletme performansına, etkisinin ölçülmesi gerçekleştirilecektir.

Birbirine benzeyen ve tekrar gibi görülen sorular, araştırma tekniği açısından sorulması gerekli zorunlu sorulardır.

Dolayısıyla katılımcılar tarafından tüm soruların eksiksiz cevaplandırılması, değerlendirilmenin sağlıklı yapılabilmesi için büyük önem arz etmektedir.

1.Bölümde "Demografik Bilgiler"; 2.Bölümde "Satınalma Kriterlerinin" Tedarikçi seçimine etkisi ve 3.Bölümde her bir satınalma kriterinin diğer satınalma kriterlerine etkisi sorgulanmaktadır.

Bu araştırma çalışması tamamen akademik bir amaca yöneliktir ve bilimsel amaçlara yönelik olarak kullanılacaktır.

Katılımınız, ayrdığınız değerli zaman ve bilimsel çalışmaya verdiğiniz destek için teşekkürlerimizi sunar, çalışmalarınızda başarılar dileriz.

1.Bölüm: Demografik Bilgiler:					
Aşağıdaki sorularda ilgili yerlere (x) işareti yazarak belirtiniz.					
Eğitim Durumu					
Lise ()	Ön Lisans ()	Lisans ()	Yük.Lisans ()	Doktora ve üzeri ()	
Cinsiyet					
Kadın ()	Erkek ()				
Yaşınız					
0-21 arası ()	22-29 ()	30-39 ()	40-49 ()	50 ve üzeri ()	
Hangi bölümde çalışılmaktadır?					
Üretim-Satınalma-Planlama ()			Finans-Muhasebe ()		
Satış ()			Kalite ()		
Pazarlama ()			İK/Eğitim ()		
IT / BT ()			Diğer ()	
İşteki Pozisyon					
Memur / Uzman Yrd / Uzman ()			Üst kademe Yönetici ()		
Alt Kademe Yönetici ()			İşveren ()		
Orta Kademe Yönetici ()			Diğer ()	
İşletmenizde çalışan sayısı nedir?					
Küçük (1-50) ()			Büyük (251-2000) ()		
Orta (51-250) ()			Çok büyük (2001 ve üzeri) ()		
İşletmeniz ISO 22001 Standartına sahip mi? (Gıda Güvenliği Yönetim Standartı)	Evet ()	Hayır ()	Bilmiyorum ()		
İşletmeniz ISO 14001 Standartına sahip mi? (Çevre Yönetim Standartı)	Evet ()	Hayır ()	Bilmiyorum ()		
İşletmeniz ISO 14064 Standartına sahip mi? (Sera Gazı Standartı)	Evet ()	Hayır ()	Bilmiyorum ()		
İşletmeniz ISO 50001 Standartına sahip mi? (Enerji Yönetim Standartı)	Evet ()	Hayır ()	Bilmiyorum ()		

Anket İkinci Bölüm

2.Bölüm : Tedarikçi Seçim Kriterleri Anketi

(Aşağıdaki sorularda ilgili yerlere (x) işareti yazarak belirtiniz.)

	Etkisiz	Düşük Etki	Orta Etki	Yüksek Etki	Çok Yüksek Etki
Tedarikçi seçiminde;					
Tedarikçinin "Arge (Araştırma-Geliştirme) Yeteneği, arge yönetimi ve dizayn taleplerine olan esnekliği" etkisi ne derecededir?					
"Tedarikçinin Büyük Projelerde Yer Alması, Finansal İstikrarı, Finansal Performansı ve Tedarikçinin Karlılığının" etkisi ne derecededir?					
"Satın alınacak ürünün fiyat, maliyeti, indirim miktarı ve ödeme koşullarının" etkisi ne derecededir?					
"Tedarikçi İşletmenin Sektördeki Ünü ve Pozisyonunun İyi Olması; yapılan anlaşmaya sadık olması; devlet mevzuatına uyumluluğu ve imajının" etkisi ne derecededir?					
Tedarikçi İşletmenin "İş Süreçleri & Kayıtları; Pazar bilgisi; İş öyküsü ve Bilgi sistemlerinin" etkisi ne derecededir?					
"Ürünün Kalitesi, Ürünün Ambalajlama Kalitesi, İade oranları, Ürün Özellikleri" ne derecededir?					
"Nakliye Maliyetleri, Teslimatın Kalitesi, Ulaşım Zamanı ve Tedarikçinin depolama kaynakları" ne derecededir?					
"Benzer (Muadil) Ürün Deneyimi"; "Mühendislik / Teknik Destek Kaynakları"; "Tedarikçinin Teknik Bilgisi ve Teknolojisi" nin etkisi ne derecededir?					
"EOQ (Ekonomik Sipariş Miktarı)"; "Endüstriyel Satınalma (Hacimli sanayi üretimi)" ve "Satınalma Yönetimi" nin etkisi ne derecededir?					
"Tedarikçinin Ürünle İlgili Eğitim Destekleri"; "Servis Seviyesi"; "Satış Sourası Servis"; "Satış Elemanı Profesyonelliği"nin etkisi ne derecededir?					
"Tedarikçi Lokasyonu Uyumluluğu"; "Dağıtım Kapasitesi"; Zamanda Teslimat" ve "Ürün Teslim Süresi" ne derecede etkilidir?					
"Tedarikçinin Üretim Yetenekleri ve Kapasitesi"; "Tedarik Zinciri Yönetimi" ve "Makinelerinin Çalışma Şartları" ne derecede etkilidir?					
"Tedarikçi İşletme Yönetim ve Organizasyonu", "Tedarikçinin Sahip Olduğu Belgeler ve Kayıtlar (ISO; Denetim vs)", "Tedarikçi Yönetiminin Taahhüdü" ve "Kurum Kültürü ve Stratejisi" ne derecede etkilidir?					
"Satın Alınan Ürünlerin Geri Dönüştürülebilir Olması", "Çevre Dostu Malzeme Kullanımı", "Çevre Dostu Teknolojiyi Kullanma" ve "Yeşil İmaj" (Çevreci İmaj) ne derecede etkilidir?					

Anket Üçüncü Bölüm

3.Bölüm: Satınalma Kriterlerinin Birbirine Etkisi

Aşağıdaki anket tablosunda Tedarikçi seçiminde kullanılan herhangi bir satınalma kriterinin; diğer satınalma kriterlerini ne derecede etkilediğini değerlendirmeniz istenmektedir. Bu değerlendirmeyi 5 likert ölçeğine göre; sırasıyla "Etkisiz", "Düşük Etkili", "Orta Etkili", "Yüksek Etkili" ve "Çok Yüksek Etkili" değerlerine tekabül edecek şekilde 0 ile 4 arasında puanlamanız istenmektedir. Her bir satırda bulunan kriter, her bir sütunda bulunan değeri ne ölçüde etkilemektedir. Örneğin "2. satırda bulunan bir Tedarikçinin Ekonomik Durumu, 1.sütunda buluna "Arge" yeteneğini 0-4 arasında bir puan ile etkilemektedir" şeklinde puanlama yapılabilir.

Değerlendirme	P
Etkisiz	0
Düşük Etki	1
Orta Etki	2
Yüksek Etki	3
Çok Yüksek Etki	4

Kriter No	Kriter Adı	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14
Kriter No	Kriter Adı	Arge	Ekonomik Durumu	Fiyat	Güven	İş Yapısı	Kalite	Lojistik	Mühendislik ve Teknik Kabiliyeti	Satınalma Koşulları	Servis ve Hizmet	Teslimat	Üretim (İş gücü, Sistem, Kapasite, Esneklik)	Yönetim Sistemi ve Taahhüdü	Çevre (Yeşil Tedarik)
A1	Arge	x													
A2	Ekonomik Durumu		x												
A3	Fiyat			x											
A4	Güven				x										
A5	İş Yapısı					x									
A6	Kalite						x								
A7	Lojistik							x							
A8	Mühendislik ve Teknik Kabiliyeti								x						
A9	Satınalma Koşulları									x					
A10	Servis ve Hizmet										x				
A11	Teslimat											x			
A12	Üretim (İş gücü, Sistem, Kapasite, Esneklik)												x		
A13	Yönetim Sistemi ve Taahhüdü													x	
A14	Çevre (Yeşil Tedarik)														x

Anket Dördüncü Bölüm

4.Bölüm: Tedarikçi Seçimi

Aşağıdaki anket tablosunda belirlenen kriterlerin hangi İşletme için ne derecede etkin olarak bulunduğunu değerlendirmeniz istenmektedir. Bu değerlendirmeyi 5 li Likert ölçeğine göre; sırasıyla "Etkisiz", "Düşük Etkili", "Orta Etkili", "Yüksek Etkili" ve "Çok Yüksek Etkili" değerlerine tekabül edecek şekilde 0 ile 4 arasında puanlamanz istenmektedir.

Değerlendirme	P
Etkisiz	0
Düşük Etki	1
Orta Etki	2
Yüksek Etki	3
Çok Yüksek Etki	4

Kriter No	Manager Kriter Adı	Manager 1			Manager 2			Manager 3		
		İşletme A	İşletme B	İşletme C	İşletme A	İşletme B	İşletme C	İşletme A	İşletme B	İşletme C
A1	Arge									
A2	Ekonomik Durumu									
A3	Fiyat									
A4	Güven									
A5	İş Yapısı									
A6	Kalite									
A7	Lojistik									
A8	Mühendislik ve Teknik Kabiliyeti									
A9	Satınalma Koşulları									
A10	Servis ve Hizmet									
A11	Teslimat									
A12	Üretim (İş gücü, Sistem, Kapasite, Esneklik)									
A13	Yönetim Sistemi ve Taahhüdü									
A14	Çevre (Yeşil Tedarik)									

