



**YAPI KİMYASALLARI SEKTÖRÜNDE
ENTEĞRE BULANIK SWARA VE
BULANIK TOPSIS YÖNTEMLERİYLE
YEŞİL TEDARİKÇİ SEÇİMİ**



**YAPI KİMYASALLARI SEKTÖRÜNDE
ENTEGRE BULANIK SWARA VE BULANIK
TOPSIS YÖNTEMLERİYLE YEŞİL TEDARİKÇİ
SEÇİMİ**

Yüksek Lisans Tezi

Ece AKDOMAN

Eskişehir 2025

**YAPI KİMYASALLARI SEKTÖRÜNDE ENTEGRE BULANIK SWARA VE
BULANIK TOPSIS YÖNTEMLERİYLE YEŞİL TEDARİKÇİ SEÇİMİ**

Ece AKDOMAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İşletme Ana Bilim Dalı

Sayısal Yöntemler Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nesrin ALPTEKİN

Anadolu Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Haziran 2025

Eskişehir

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Ece AKDOMAN'nın "Yapı Kimyasalları Sektöründe Entegre Bulanık SWARA ve Bulanık TOPSIS Yöntemleriyle Yeşil Tedarikçi Seçimi" başlıklı tezi 25/06/2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek "Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca, İşletme Ana Bilim dalında Sayısal Yöntemler Programında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

		<u>Ünvanı Adı Soyadı</u>	<u>İmza</u>
Üye (Danışman)	:		
Üye	:		
Üye	:		

.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ÖZET

YAPI KİMYASALLARI SEKTÖRÜNDE ENTEGRE BULANIK SWARA VE BULANIK TOPSIS YÖNTEMLERİYLE YEŞİL TEDARİKÇİ SEÇİMİ

Ece AKDOMAN

İşletme Ana Bilim Dalı

Sayısal Yöntemler Programı

Anadolu Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Haziran 2025

Danışman: Prof. Dr. Nesrin ALPTEKİN

Bu tezde, yapı kimyasalları sektöründe sürdürülebilirlik odaklı tedarikçi seçimi, çok kriterli karar verme yöntemleriyle ele alınmıştır. Çalışmada, çevresel etkilerin azaltılması, kaynak verimliliği, yeşil inovasyon gibi sürdürülebilirlik kriterlerini dikkate alan 19 değerlendirme ölçütü belirlenmiştir. Öncelikle bu kriterlerin göreceli önem düzeyleri, uzman görüşlerine dayanarak Bulanık SWARA yöntemi ile ağırlıklandırılmıştır. Daha sonra, sektörde faaliyet gösteren beş tedarikçiye ilişkin veriler, Bulanık TOPSIS yöntemiyle analiz edilerek tedarikçilerin sıralaması yapılmıştır. Bu bütünlük yaklaşım hem belirsizlikleri hem de uzman görüş farklılıklarını dikkate alan esnek ve sistematik bir karar destek modeli sunmaktadır. Elde edilen sonuçlar, yapı kimyasalları sektöründe yeşil tedarikçi seçim sürecinin sayısal yöntemler aracılığıyla sistematik bir yaklaşımla desteklenebileceğini göstermektedir. Bu bağlamda çalışma, sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimine katkı sağlamayı ve sektördeki karar vericilere yol göstermeyi amaçlamaktadır.

Anahtar Sözcükler: Yeşil Tedarikçi Seçimi, Çok Kriterli Karar Verme, Bulanık SWARA, Bulanık TOPSIS, Tedarikçi Değerlendirme.

ABSTRACT

GREEN SUPPLIER SELECTION IN THE CONSTRUCTION CHEMICALS SECTOR WITH INTEGRATED FUZZY SWARA AND FUZZY TOPSIS METHODS

Ece AKDOMAN

Department of Business Administration

Department of Numerical Methods

Graduate School of Anadolu University, June 2025

Supervisor: Prof. Dr. Nesrin ALPTEKİN

In this thesis, sustainability-oriented supplier selection in the construction chemicals sector is addressed using multi-criteria decision-making methods. In the study, 19 evaluation criteria were determined by considering sustainability factors such as reducing environmental impacts, resource efficiency, and green innovation. First, the relative importance levels of these criteria were weighted using the Fuzzy SWARA method based on expert opinions. Then, data related to five suppliers operating in the sector were analyzed using the Fuzzy TOPSIS method, and the suppliers were ranked accordingly. This integrated approach offers a flexible and systematic decision support model that takes into account both uncertainties and differences in expert judgments. The results indicate that the green supplier selection process in the construction chemicals sector can be supported through a systematic approach enabled by quantitative methods. In this context, the study aims to contribute to sustainable supply chain management and guide decision-makers in the sector.

Keywords: Green Supplier Selection, Multi-Criteria Decision Making, Fuzzy SWARA, Fuzzy TOPSIS, Supplier Evaluation.

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Anadolu Üniversitesi tarafından kullanılan “Bilimsel İntihal Tespit Programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

Ece AKDOMAN

TEŞEKKÜR

Bu sürecin her aşamasında bilgi birikimi, yönlendirmeleri ve destekleyici tutumuyla yanımda olan çok değerli danışmanım Prof. Dr. Nesrin Alptekin'e teşekkür ederim. Kendisiyle çalışmak benim için büyük bir öğrenme fırsatı olmuştur.

Tez çalışmam boyunca birlikte düşünme, tartışma ve üretme imkânı bulduğum yol arkadaşım Beyzanur Aktarmaç'a katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Tüm eğitim hayatımda olduğu gibi bu süreçte de yanımda olan, her zaman desteklerini hissettiren annem ve babama gönülden teşekkür ederim. Varlıkları, bu süreci daha güçlü bir şekilde tamamlamamı sağlamıştır.

Bu tez, yalnızca akademik bir çalışma olmanın ötesinde, aynı zamanda kişisel bir emek ve kararlılık sürecinin ürünüdür. Destekleriyle bu süreci mümkün kılan herkese içtenlikle teşekkür ederim.

30/05/2025

ETİK KURUL BELGESİ BEYANNAMESİ

Evrak Kayıt Tarihi: 17.03.2025

Protokol No: 868539

Tarih: 27.03.2025



ANADOLU ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL VE BEŞERÎ BİLİMLER BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİĞİ KURULU
KARAR BELGESİ

ÇALIŞMANIN TÜRÜ:	Yüksek Lisans Tez Çalışması
KONU:	Sosyal Bilimler
BAŞLIK:	Yapı Kimyasalları Sektöründe Entegre Bulanık SWARA ve Bulanık TOPSİS Yöntemleriyle Yeşil Tedarikçi Seçimi
PROJE/TEZ YÜRÜTÜCÜSÜ:	Prof. Dr. Nesrin ALPTEKİN
TEZ YAZARI:	Ece AKDOMAN
ALT KOMİSYON GÖRÜŞÜ:	-
KARAR:	Olumlu

ÜRETKEN YAPAY ZEKÂ KULLANIM BEYANI

Bu tezi hazırlarken ChatGPT üretken yapay zekâ programlarından destek aldığımı beyan ederim. Tezin hazırlığı aşamasında üretken yapay zekâ programlarından düzenleme ve ek bilgi desteği aldım. Üretken yapay zekâ programlarından aldığım bilgilerin doğruluğunu kontrol ettiğimi bildiririm.

Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.



Ece AKDOMAN

İÇİNDEKİLER

BAŞLIK SAYFASI	i
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	iii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	v
TEŞEKKÜR.....	vi
ETİK KURUL BELGESİ BEYANNAMESİ.....	vii
ÜRETKEN YAPAY ZEKÂ KULLANIM BEYANI.....	viii
İÇİNDEKİLER.....	ix
TABLolar DİZİNİ.....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiv
1 GİRİŞ VE AMAÇ	1
2 ALAN YAZIN.....	3
2.1 Yeşil Tedarikçi Zinciri Yönetimi	3
2.1.1 Yeşil Tedarik Zinciri Yönetiminin Alt Faaliyetleri	10
2.1.1.1 Yeşil Satın Alma.....	11
2.1.1.2 Yeşil Üretim	13
2.1.1.3 Yeşil Paketleme	14
2.1.1.4 Yeşil Dağıtım.....	14
2.1.1.5 Tersine Lojistik	15
2.2 Yeşil Tedarikçi Seçimine İlişkin Alan Yazın.....	15
2.2.1 Tedarikçi Seçimi	21
2.2.2 Yeşil Tedarikçi Seçimi	24
2.2.3 Yeşil Tedarikçi Değerlendirme Kriterleri	28
3 YÖNTEM.....	34
3.1 Bulanık Mantık ve Bulanık Küme	34

3.2 Bulanık SWARA Yöntemi	39
3.3 Bulanık TOPSIS Yöntemi	41
4 UYGULAMA.....	49
4.1 Araştırma Problemi	49
4.1 Bulanık SWARA Yöntemiyle Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi	52
4.2 Bulanık TOPSIS Yöntemiyle Tedarikçilerin Değerlendirilmesi.....	65
5 SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER	74
5.1 Sonuç ve Tartışma	74
5.2 Öneriler.....	80
KAYNAKÇA	
EKLER	
ÖZ GEÇMİŞ	

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 2.1 Tedarikçi Seçiminde Kullanılan Kriterler	22
Tablo 2.2 Tedarikçi Seçimine Ait Alan Yazın.....	23
Tablo 2.3 Ulusal ve Uluslararası Çalışmalar.....	26
Tablo 2.4 Kriter Açıklamaları ve Alan Yazın Kaynakları	32
Tablo 3.1 Bulanık SWARA için Üçgen Bulanık Sayılar.....	40
Tablo 3.2 Karar Kriterleri Sözel İfadeler ve Üçgensel Bulanık Sayı Karşılıkları	44
Tablo 4.1 Karar Verici Bilgileri.....	50
Tablo 4.2 Kriter Sıralama.....	53
Tablo 4.3 Dilsel Değişkenler.....	54
Tablo 4.4 s_j Değerleri.....	56
Tablo 4.5 k_j Değerleri.....	57
Tablo 4.6 q_j Değerleri.....	58
Tablo 4.7 w_j Değerleri.....	59
Tablo 4.8 Kriterlerin Bulanık Önem Sıralaması.....	60
Tablo 4.9 Kriterlerin Önem Sıralamalarının Geometrik Ortalaması.....	62
Tablo 4.10 Durulaştırılmış Ağırlıklar.....	63
Tablo 4.11 Kriterlerin Önem Sırası.....	64
Tablo 4.12 Karar Matrisi.....	66
Tablo 4.13 Normalize Karar Matrisi.....	67
Tablo 4.14 Ağırlıklı Normalize Matris.....	69
Tablo 4.15 Pozitif İdeal Çözüm (D^+) Matrisi.....	71
Tablo 4.16 Negatif İdeal Çözüm (D^-) Matrisi.....	72
Tablo 4.17 Tedarikçi Performans Sıralaması.....	73

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1 Çevre Dostu Yeşil Zincir.....	11
Şekil 2.2 Tedarikçi Seçim Süreci.....	19
Şekil 3.1 Üçgen Bulanık Sayı Örneği.....	38
Şekil 4.1 Yeşil Tedarikçi Seçimi.....	51
Şekil 4.2 Yeşil Tedarikçi Seçim Kriterleri.....	52



SİMGELER DİZİNİ

$\tilde{A} = (l, m, u)$	: Üçgen Bulanık Sayı (Alt, Orta, Üst Değer)
A^-	: Bulanık Negatif İdeal Çözüm (BNİÇ)
A	: Klasik Küme
A^+	: Bulanık Pozitif İdeal Çözüm (BPİÇ)
C_i	: i. Alternatifin Yakınlık Katsayısı
D	: Bulanık Karar Matrisi (Alternatifler Ve Kriterler Arası İlişkiler)
D^-	: Negatif İdeal Çözüme Uzaklık
D^+	: Pozitif İdeal Çözüme Uzaklık
R	: Normalize Edilmiş Bulanık Karar Matrisi
U	: Evrensel Küme
V	: Ağırlıklı Normalize Bulanık Karar Matrisi
$f_A(x)$	: Klasik Küme Üyelik Fonksiyonu
i	: Alternatif İndeksini Gösterir
j	: Kriter İndeksini Gösterir
k_j	: j. Kriterin Katsayısı (Öncekiyle Kıyaslanan Artış/Değişim)
q_j	: j. Kriter İçin Öncelik Değeri
s_j	: j. Kriterin Görece Önemi
w_j	: j. Kriterin Ağırlığı
x_j	: j. Kriterin Önem Katsayısı
$\mu_A(x)$	: Bulanık Kümede Üyelik Fonksiyonu (0 İle 1 Arası)

KISALTMALAR DİZİNİ

AHP	: Analytic Hierarchy Process (Analitik Hiyerarşi Süreci)
ANP	: Analytic Network Process (Analitik Ağ Süreci)
BNİÇ	: Bulanık Negatif İdeal Çözüm
BOCR	: Benefits, Opportunities, Costs, and Risks (Faydalar, Fırsatlar, Maliyetler ve Riskler)
BPİÇ	: Bulanık Pozitif İdeal Çözüm
BWM	: Best-Worst Method (En İyi-En Kötü Yöntemi)
CoCoSo	: Combinative Distance-based and Similarity-based Method (Kombinatif Mesafe ve Benzerlik Temelli Yöntem)
CRITIC	: Criteria Importance Through Intercriteria Correlation (Kriterler Arası Korelasyonla Kriter Önemi)
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri (Multi-Criteria Decision Making -MCDM)
DEA	: Data Envelopment Analysis (Veri Zarflama Analizi)
EDAS	: Evaluation based on Distance from Average Solution (Ortalama Çözümünden Uzaklık Temelli Değerlendirme)
ELECTRE	: ELimination Et Choix Traduisant la REalité (Gerçekliği Yansıtan Seçim ve Eleme Yöntemi)
GRA	: Grey Relational Analysis (Gri İlişki Analizi)
ISO	: International Organization for Standardization (Uluslararası Standardizasyon Organizasyonu)
MOLP	: Multi-Objective Linear Programming (Çok Amaçlı Doğrusal Programlama)
RC	: Relative Closeness (Görelî Yakınlık)
SAW	: Simple Additive Weighting (Basit Toplamalı Ağırlıklandırma Yöntemi)
SWARA	: Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis (Aşamalı Ağırlık Değerlendirme Oranı Analizi)
TOPSIS	: Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (İdeal Çözüme Benzerliğe Göre Tercih Sıralaması Tekniği)
VIKOR	: VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (Çok Kriterli Optimizasyon ve Uzlaşık Çözüm)
WASPAS	: Weighted Aggregated Sum Product Assessment (Ağırlıklı Toplam ve Çarpım Değerlendirme Yöntemi)
WPM	: Weighted Product Model (Ağırlıklı Çarpım Modeli)

1 GİRİŞ VE AMAÇ

Çevresel sorunların küresel ölçekte hızla artması, doğal kaynakların sınırlı olması ve hızla tükenir hale gelmesi, iklim değişikliği ve ekosistem üzerindeki olumsuz etkiler, sürdürülebilir kalkınma kavramını ekonomik ve sosyal alanlarla birlikte, işletmelerin gündeminde de öncelikli bir konu haline getirmiştir. Bu gelişmeler ışığında, işletmelerin üretim ve tedarik süreçlerinde çevresel duyarlılığı temel alan yönetim uygulamalarına yönelmesi, rekabet avantajı elde etmek ve yasal düzenlemelere uyum sağlamak kadar, toplumsal sorumluluklarını yerine getirmek açısından da zorunlu bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır. Bu bağlamda, yeşil tedarik zinciri yönetimi, sadece çevresel performansın iyileştirilmesi değil, aynı zamanda ekonomik verimlilik, sosyal sürdürülebilirlik ve kurumsal itibarın güçlendirilmesi açısından da kritik bir stratejik yaklaşım olarak ön plana çıkmaktadır.

Yeşil tedarik zinciri uygulamalarının etkinliği, özellikle tedarikçi seçim süreçlerinde karşılaşılan çoklu ve çoğu zaman birbirleriyle çatışan kriterlerin yönetilebilmesine bağlıdır. Söz konusu kriterler arasında çevresel uygunluk, maliyet etkinliği, kalite standartları, sosyal sorumluluk ve teknolojik altyapı gibi çok çeşitli ve birbirinden farklı boyutlar yer almakta, bu da karar verme süreçlerinde yüksek düzeyde belirsizlik ve karmaşıklık yaratmaktadır. Geleneksel karar verme teknikleri, bu karmaşıklığı ve belirsizliği yeterince yansıtmakta yetersiz kalmakta; bu nedenle, bulanık mantık tabanlı çok kriterli karar verme yöntemleri, karar vericilere daha gerçekçi ve esnek modeller sunarak, sürdürülebilir tedarikçi seçiminde güvenilirlik ve doğruluk sağlamaktadır.

Bu araştırmanın temel amacı, işletmelerin yeşil tedarikçi seçiminde, çevresel, ekonomik ve sosyal kriterleri bütüncül bir yaklaşımla değerlendirerek, belirsizliklerin bulanık mantık çerçevesinde modellenmesiyle kriterlerin ağırlıklandırılması ve tedarikçilerin sıralanmasını sağlamaktır. Özellikle Bulanık SWARA yöntemi ile kriter ağırlıklarının belirlenmesi ve Bulanık TOPSIS yöntemi aracılığıyla alternatiflerin objektif bir şekilde sıralanması, karar verme süreçlerinde uzman görüşlerinin ve belirsizliklerin etkili biçimde hesaba katılmasına olanak tanımaktadır. Bu yaklaşım, yeşil tedarik zinciri yönetiminin hem teorik alan yazına anlamlı katkılar sunmayı hem de pratik uygulamalarda işletmelerin sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmalarına bilimsel temelli karar destek sistemleriyle yardımcı olmayı hedeflemektedir.

Araştırmanın çıktıları, sürdürülebilir tedarikçi seçiminde karar vericilere kapsamlı, sistematik ve belirsizliklere karşı dayanıklı bir model sunarak, işletmelerin çevresel performansını artırmak, maliyet etkinliği sağlamak ve sosyal sorumluluklarını güçlendirmek için stratejik rehberlik sağlamayı amaçlamaktadır. Böylelikle, çalışma hem akademik dünyada yeşil tedarik zinciri yönetimi alanında önemli bir bilgi boşluğunu dolduracak hem de sürdürülebilirlik alanında uygulamacıların ihtiyaç duyduğu yöntem ve araçların geliştirilmesine katkı sunacaktır. Bu sayede, işletmelerin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmaları için kritik bir köprü oluşturulacak ve çevresel, ekonomik ve sosyal değerlerin eş zamanlı olarak artırılmasına olanak sağlanacaktır.



2 ALAN YAZIN

2.1 Yeşil Tedarikçi Zinciri Yönetimi

"Yeşil" kavramı, çevresel sürdürülebilirlik ve ekolojik sorumluluk ilkelerini temel alan bir yaklaşımı ifade eder. Bu kavram, doğal kaynakların verimli kullanımı, çevresel etkilerin en aza indirilmesi ve ekosistemin korunması gibi unsurları içeren bütüncül bir bakış açısını yansıtır. İş dünyasında ise "yeşil" yaklaşım, çevre dostu üretim, enerji verimliliği, atıkların azaltılması ve karbon ayak izinin düşürülmesi gibi hedeflerle doğrudan ilişkilidir. Bu bağlamda, yeşil tedarik zinciri kavramı, geleneksel tedarik zinciri anlayışının çevresel sürdürülebilirlik doğrultusunda evrilmiş hâlidir. 20. yüzyılın sonlarına doğru artan çevresel farkındalık, iklim değişikliği, doğal kaynakların tükenmesi ve çevre sorunlarının küresel düzeyde etkisini artırmasıyla birlikte, işletmeler yalnızca ekonomik çıktılara değil, çevresel sorumluluklarına da odaklanmak zorunda kalmıştır. Bu dönüşüm, tedarik zinciri yönetimi süreçlerine "yeşil" ilkelerin entegre edilmesini gerekli kılmıştır.

Yeşil tedarik zinciri; hammadde temininden ürünün tüketiciye ulaşmasına, hatta tüketim sonrası bertaraf veya geri dönüşüm aşamalarına kadar tüm süreçlerde çevresel etkilerin sistematik biçimde azaltılmasını hedefleyen bir yaklaşımdır. Çevre dostu malzeme kullanımı, enerji verimliliği, atıkların azaltılması, karbon salımının düşürülmesi ve ürün yaşam döngüsünün sürdürülebilir şekilde yönetilmesi gibi unsurlar bu yaklaşımın temel bileşenlerindendir. Ayrıca yeşil tedarik zinciri, yalnızca ortaya çıkan çevresel etkilerin yönetimiyle değil, bu etkilerin oluşmadan önce kontrol altına alınmasıyla da ilgilidir (Nikbakhsh, 2009). Bu yönüyle, proaktif bir sürdürülebilirlik stratejisi sunar. Ürünün üretiminden kullanım ömrü sonrasına kadar olan tüm aşamaların çevresel boyutlarıyla değerlendirilmesi, yeşil tedarik zincirinin kapsamını belirler. Atıkların geri dönüşüme kazandırılması ve minimum çevresel zararlar sistem döngüsüne yeniden dâhil edilmesi de bu çerçevenin vazgeçilmez parçalarıdır. Sonuç olarak, yeşil tedarik zinciri yaklaşımı; geleneksel performans kriterlerinin (verimlilik, maliyet, hız) ötesine geçerek, tedarik süreçlerinde çevresel zararın en aza indirilmesini esas alır. Bu sayede işletmeler yalnızca ekonomik değil, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirliği de gözeten bütüncül bir değer yaratma süreci benimserler.

Çevresel sürdürülebilirlik kavramı ilk kez 1972 'de İsveç 'te düzenlenen Birleşmiş Milletler Çevre Konferansı (Stockholm Konferansı) 'nda ele alınmıştır. Konferans

sonrası ilerleyen süreçte yapılan çevresel düzenlemeler geliştirilmiş, işletmeler yasal düzenlemelere uyum sağlamak adına çevresel sürdürülebilirliği koruyan yaklaşımları benimsemişlerdir. Geri dönüşüm ve atık yönetimi bu süreçte önem kazanmıştır. 90'lar yeşil tedarik zinciri yönetiminin teorik temellerinin atıldığı bir dönem olmuştur. Tedarik zincirinin alt faaliyetleri çevre odaklı bir yaklaşımla yeniden ele alınmış ve yeşil lojistik, yeşil üretim gibi kavramlar ortaya çıkmıştır. Rio Zirvesi, diğer adıyla 1992 Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı, çevre ve kalkınma konularını denge içerisinde ele almayı amaçlamış, bu konuları uluslararası bir çerçevede tartışmaya açarak kapsamlı ve etkili bir platform oluşturmuştur. Aynı zamanda bu konuları uluslararası bir boyutta ele aldığı için geniş kapsamlı bir zirve olarak kabul edilmektedir. İzleyen süreçte ISO14001 gibi yönetim sistemleri standartları yayımlanmış ve çevresel sorunlar daha kontrol edilebilir hale gelmiştir.

Küresel ısınma ve iklim değişiklikleri ile tüketicinin gözünde yeşil tedarik zinciri önem kazanmıştır. Bu sayede çevresel sürdürülebilirlik sadece yasal bir gereklilik değil aynı zamanda işletmelerin birbirleri ile rekabet edebileceği yeni finansal bir alan açmıştır. Teknolojinin gelişmesi ve sürdürülebilirlik bilincinin artmasıyla birlikte, bu dönemde yeşil lojistik çözümler ve enerji verimliliği uygulamaları yaygın bir şekilde benimsenmiştir.

Geleneksel tedarik zinciri yönetimi, maliyet, kalite, teslimat süresi ve verimlilik gibi temel performans kriterleri doğrultusunda mal ve hizmet akışını optimize etmeyi hedefleyen bir yaklaşımdır. Bu sistemde çevresel etkiler genellikle göz ardı edilir; odak noktası ekonomik performans üzerindedir. Ancak artan çevresel sorunlar, yasal düzenlemeler ve toplumsal farkındalık, geleneksel tedarik zinciri anlayışının yetersiz kalmasına neden olmuştur. Bu bağlamda, yalnızca ekonomik değil aynı zamanda çevresel ve sosyal kriterleri de göz önünde bulunduran yeşil tedarik zinciri yönetimi kavramı ön plana çıkmıştır. Yeşil tedarik zinciri, ürün ve hizmetlerin yaşam döngüsü boyunca çevresel etkilerini en aza indirmeyi amaçlayan, sürdürülebilirlik odaklı bir yaklaşımdır. Bu sistem, tedarik, üretim, lojistik ve geri dönüşüm aşamalarında çevre dostu uygulamaların entegrasyonunu esas alır ve işletmelerin uzun vadeli sürdürülebilir rekabet avantajı elde etmesine katkı sağlar.

Geleneksel ve yeşil tedarik zincirleri, farklı önceliklere dayalı olarak çeşitli açılardan ayrılmaktadır. Geleneksel zincirler, ağırlıklı olarak ekonomik hedefler ve değerler

üzerine yoğunlaşırken, yeşil zincirler ekolojik kaygıları da dikkate alarak daha bütüncül bir yaklaşım benimser. Bununla birlikte, geleneksel zincirlerde ekolojik standartlar göz önünde bulundurulduğunda, optimizasyonun kapsamı genellikle sınırlı kalmaktadır. Geleneksel tedarik zincirleri, genellikle insan sağlığı üzerindeki toksikolojik etkileri önceliklendirirken, çevresel etkileri göz ardı etme eğilimindedir. Bu tür zincirlerde, çoğu zaman nihai ürünün kontrolüne yoğunlaşılırken, üretim süreçlerinde çevresel zararların oluşmasına izin verilebilmektedir. Buna karşılık, yeşil ve ekolojik olarak optimize edilmiş tedarik zincirleri, yalnızca insan toksikolojik etkilerini değil, aynı zamanda doğal çevre üzerindeki olumsuz ekolojik etkileri de dikkate almakta ve tüm değer yaratma sürecini kapsamaktadır. Bu yaklaşım, üretim sırasında ekolojik etkilerin minimize edilmesini hedeflerken, ekolojik gereksinimlerin ürün ve üretim süreçleri için temel kriterler olarak kabul edilmesini sağlamaktadır.

Alicı ve tedarikçi seçim kriterleri, geleneksel ve yeşil tedarik zincirleri arasında belirgin bir şekilde farklılık göstermektedir. Geleneksel zincirlerde fiyat, hâkim kriter olarak öne çıkarken, yeşil zincirlerde ekolojik hedefler, tedarikçi seçim kriterlerinin ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Ancak, bu ekolojik kriterlerin uygulanabilmesi, tedarikçilerin uzun vadeli ve stratejik bir çerçevede, dikkatli bir şekilde değerlendirilmesini gerektirir. Tedarikçilerin bu kriterlere uyum sağlaması genellikle zaman alan bir süreç olup, tanımlanan kriterleri karşılayan tedarikçi sayısı sınırlıdır. Bu nedenle, yeşil tedarik zincirlerinde tedarikçi seçimindeki herhangi bir değişikliğin uygulanması, geleneksel zincirlere kıyasla daha yavaş ve karmaşık bir süreç olarak karşımıza çıkmaktadır (Ho vd., 2009).

Yeşil tedarik zinciri yönetimi, hammadde temininden başlayarak imalatın sağlanmasını, ürünün dağıtımını ve kullanılan ürünlerin yeniden işletmeye geri dönüşünü çevresel bir bakış açısıyla inceleyerek tedarik zinciri yönetimi ile bütünleştiren bir felsefedir (Sarkis, 2003: 398). Yeşil tedarik zinciri, ürünün belirli dönemlerinden ziyade bütün yaşam döngüsünü ele almaktadır. Bu şekilde, klasik sürece ek olarak paketlenme, dağıtım, geri dönüşüm gibi lojistik faaliyetlerde yaşam döngüsü içerisinde önem kazanmıştır.

Tedarik zinciri yönetimini çevre dostu uygulamalarla birleştirerek işletmenin iç ve dış faaliyetlerinin çevreye verdiği zararın belirlenerek en aza indirilmesi amaçlanmıştır (Ageron vd., 2012). Benzer şekilde, tedarik zinciri yöneticileri ve analizcileri, çevresel

konuları tedarik zinciri yönetimi uygulamalarıyla entegre ederek tedarik zinciri süreçlerini geliştirmeye ve verimlilikleri artırmaya çalışmışlardır (Başköy, 2024, s. 5).

Yeh ve Chuang (2011)'a göre yeşil tedarik zinciri yönetiminde, tedarikçilerin ürünler ile çevre arasındaki ilişki, yani çevrenin korunması ilkesi tedarikçilerin yönetim sistemine dahil edilmiştir. Orijinal ürünlere çevrenin korunması bilincini kazandırmak ve pazarda rekabet gücünün artması amaçlanmıştır (Başköy, 2024, s. 5).

Yeşil tedarik zinciri yönetimi, işletmelerin ekolojik verimliliklerinin artırılmasına, çevresel olumsuz etkilerin azaltılmasına, kâr amaçlarına ve pazardaki paylarına ulaşmalarına yardımcı olan önemli bir konu olarak ifade edilmektedir. Tedarikçi seçim süreci, üretim süreci, ürün tasarım süreçleri, nihai ürünün tüketiciye ulaştırılması ve atık yönetimini içinde bulunduran tedarik zinciri yönetimi ile çevresel yaklaşımın bir arada kullanılması olarak tanımlanmaktadır.

Alan yazındaki tanımları incelediğimizde, yeşil tedarik zinciri yönetimi, klasik tedarik zinciri yönetimi kavramının bir evrimi olarak ortaya çıkmıştır. Bu yaklaşım, üretim süreçlerinden kaynaklanabilecek çevresel olumsuzlukların giderilmesi ya da etkilerinin en aza indirilmesi amacıyla geliştirilmiş ve çevresel sürdürülebilirliğe verilen önemin merkezde olduğu bir yönetim paradigması olarak değerlendirilmektedir (Yaprak ve Doğan, 2019, s. 1147). İşletmenin performansını arttıracak ve piyasalarda rekabet avantajı oluşturulacak düşünülmemektedir. İnovatif yönetim aracı olarak yeşil tedarik zinciri yönetimi, rekabet gücü kazanma, işletmelerin çevresel ve finansal performansını teşvik etme açısından stratejik bir güç olarak kullanabilmektedir.

Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi Tarihsel Gelişimi

1960-1970

- Çevre kavramı sadece hava kirliliği ile sınırlıydı.
- Tedarik zinciri, çevresel konulardan bağımsız ve daha basit bir yapıya sahipti.

1970-1980

- Hammadde kaynaklarının planlanması ve daha verimli kullanımı ön plana çıktı.
- Risk yönetimi önem kazanmaya başladı.
- Üretim odaklı işletmeler için çevreyi korumaya yönelik atık yönetimi ve temel çevre yasaları oluşturuldu.

1980-1990

- Atık yönetiminin yanı sıra kirlilik kontrolüne yönelik uygulamalar yaygınlaştı.
- Üretim sürecinin dış kaynaklar yardımıyla çevre dostu hale getirilmesine yönelik çalışmalar başladı.

2000-2010

- Kar maksizasyonu ve çevre kalitesini birleştiren süreç yönetimi uygulamaları ön plana çıktı.
- Ürünlerin ve süreçlerin yaşam döngüsü boyunca çevresel etkilerinin değerlendirilmesine yönelik analizler yapılmaya başlandı.

2010-2020

- Döngüsel ekonomi modelleri yaygınlaştı ve sürdürülebilir üretim zincirleri geliştirilmek istendi.
- Karbon ayak izini azaltmak amacıyla enerji verimliliği odaklı teknolojiler geliştirildi.
- Yeşil lojistik uygulamaları tedarik zincirlerinin ayrılmaz bir parçası haline geldi.
- Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanım oranı arttı ve çevreye duyarlı işletme politikaları benimsendi.
- ISO 14001 gibi çevre yönetim standartlarına uyum sağlama konusunda büyük adımlar atıldı.

2020-2030

- Karbon nötrlük hedefleri doğrultusunda çevresel politikalar güçlendi ve işletmeler bu hedeflere uygun şekilde yeniden yapılanma süreçlerine girdi.
- Blok zincir teknolojisiyle tedarik zincirlerinde şeffaflık ve izlenebilirlik sağlanmaya başlandı.
- Sürdürülebilir ambalaj ve lojistik çözümleri yaygınlaşarak karbon ayak izinin azaltılmasına katkı sağladı.
- İklim kriziyle mücadele kapsamında net sıfır karbon hedefleri doğrultusunda inovasyon ve dönüşüm hızlandı.

Yeşil tedarik zinciri yönetimi, çevresel farkındalığın zamanla artmasıyla birlikte önemli bir kavram olarak gelişim göstermiştir. 1960-1970 yıllarında çevre konusu daha çok hava

kirliliği ile sınırlı bir anlayışla ele alınmış, tedarik zincirleri ise çevresel unsurlardan bağımsız, basit bir yapıya sahip olmuştur. 1970-1980 yılları arasında ise hammadde kaynaklarının planlanması ve etkin kullanımı öncelik kazanmıştır. Bu dönemde risk yönetimi öne çıkmış, temel çevre düzenlemeleri ve atık yönetimine yönelik uygulamalar hayata geçirilmiştir.

1980'lerde, atık yönetiminin yanı sıra kirlilik kontrolüne yönelik uygulamaların yaygınlaştığı, üretim süreçlerinin çevre dostu hale getirilmesi için dış kaynak kullanımına yönelik çalışmaların başladığı görülmüştür. Aynı zamanda, uluslararası standardizasyon kuruluşları tarafından ISO 14020 ve ISO 14024 gibi çevre yönetim standartları geliştirilmiştir. Bunun yanı sıra, tehlikeli madde kullanımının sınırlandırılması, kullanım ömrü sona eren araç ve elektronik ekipmanların yönetimi ile karbon ve sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik standartlar belirlenmiştir (Jaggernath ve Khan, 2015: 39).

2000-2010 döneminde kar maksimizasyonu ile çevre kalitesini birleştiren süreç yönetimi yaklaşımları geliştirilmeye önem gösterilmiştir. Bu dönem, ürünlerin ve süreçlerin yaşam döngüsü boyunca çevresel etkilerini analiz etmeye yönelik çalışmaları ile öne çıkmıştır. 2010-2020 yılları arasında döngüsel ekonomi modelleri yaygınlaşmış, enerji verimliliği odaklı teknolojiler geliştirilerek karbon ayak izinin azaltılmasına yönelik adımlar atılmıştır. Yeşil lojistik uygulamaları, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve çevre yönetim standartlarına uyum bu dönemin önemli gelişmeleri arasında yer almıştır. Bir sonraki döneme, yani 2020–2030 yıllarına geçildiğinde ise, bu gelişmeler Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH) doğrultusunda daha da derinleşmiştir. SKH 13 (İklim Eylemi) kapsamında karbon nötrlük ve net sıfır emisyon hedefleri doğrultusunda çevresel politikalar güçlendirilmiş, işletmeler bu hedeflere uyum sağlamak adına yeniden yapılanma süreçlerine girmiştir. SKH 12 (Sorumlu Üretim ve Tüketim) ile uyumlu olarak, sürdürülebilir ambalaj ve lojistik çözümleri yaygınlaşmış; blok zincir teknolojisinin tedarik zincirlerine entegrasyonu sayesinde şeffaflık ve izlenebilirlik artırılmıştır. Ayrıca, SKH 9 (Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı) kapsamında inovasyon ve dijital dönüşüm süreçleri hız kazanmış, çevreye duyarlı üretim ve tedarik sistemleri yaygınlaştırılmıştır. Bu sürece bütünsel olarak bakıldığında, yeşil tedarik zinciri, günümüzde birçok sektörde stratejik bir önem kazanan, çevresel ve ekonomik sürdürülebilirliği birlikte ele alan bir yönetim yaklaşımıdır. Bu yaklaşım, işletmelerin

tedarik zinciri süreçlerini yalnızca çevre dostu değil, aynı zamanda uzun vadeli ekonomik başarıyı da gözeterek yapılandırmalarını sağlar. Yeşil tedarik zinciri yönetimi, işletmelerin sadece kâr odaklı hareket etmelerinin ötesine geçerek; çevresel etkileri azaltmayı, toplumsal sorumlulukları yerine getirmeyi ve kaynakların etkin kullanımını amaçlayan bütüncül bir iş yapma biçimi sunar. Bu bağlamda, yeşil tedarik zinciri yönetiminin sunduğu temel faydalar; toplumsal itibarın artırılması, rekabet avantajı elde edilmesi, enerji ve kaynak verimliliği sağlanması, çevresel risklerin azaltılması ve genel olarak çevresel sürdürülebilirliğe katkı sunulması şeklinde özetlenebilir. Dolayısıyla, işletmelerin bu yaklaşımı benimsemeleri hem rekabetçi kalabilmeleri hem de gelecek nesillere daha yaşanabilir bir çevre bırakmaları açısından büyük önem taşımaktadır.

Yeşil tedarik zinciri, kimyasalların ve toksik malzemelerin kullanımını azaltma, enerji tasarrufu sağlama ve geri dönüşüm gibi ekolojik düzenlemeleri teşvik etmekle kalmaz, aynı zamanda ekonomik büyümeyi destekleyerek işletmelere rakipleri karşısında rekabet avantajı da sunmaktadır (Tumpa vd., 2019, s. 2). Son yıllarda artan çevresel kaygılar ve bilinçli süreç yönetimi ihtiyacı, tedarikçi seçimi gibi stratejik karar alanlarında yeşil yaklaşımların benimsenmesini beraberinde getirmiştir.

Yeşil tedarik zinciri yönetiminde tedarikçi seçimi, en kritik ve stratejik süreçlerden biri olarak değerlendirilmektedir. Bu sürecin, üretim, operasyon ve satın alma yöneticileri için en önemli karar aşamalarından biri olduğu çeşitli çalışmalarla ortaya konulmuştur (Mohammadi et al., 2017, s. 1143). Bunun yanı sıra, tedarik zinciri yönetiminin temel işlevlerinden biri de işletmeler arasındaki rekabet baskısını artırmaktır. Günümüz rekabet ortamında, müşterilerin algıları ve tercihleri giderek çevre dostu yaklaşımlar lehine değişmektedir. Dolayısıyla, yeşil tedarikçi seçimi, yalnızca çevresel sürdürülebilirlik açısından değil, aynı zamanda işletmelere rekabet avantajı sağlama noktasında da stratejik bir öneme sahiptir (Rouyendegh et al., 2020, s. 2215).

Bu stratejik süreci yönlendiren bir diğer unsur ise çevresel mevzuatlardır. Türkiye’de yeşil tedarik uygulamalarını doğrudan veya dolaylı olarak etkileyen çeşitli yasal düzenlemeler bulunmaktadır. Örneğin, “Çevre Kanunu ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun” (2018) ile sanayi faaliyetlerinin çevresel etkilerinin azaltılması yönünde işletmelere önemli sorumluluklar getirilmiş, böylece tedarik zinciri yönetiminde çevreci yaklaşımların benimsenmesi yasal bir yükümlülük haline gelmiştir. Benzer şekilde, “Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Yönetmeliği” (2014) kapsamında, belirli

büyükölükteki projelerde çevresel etkilerin önceden değeriendirilmesi zorunludur. Bu yönetmelik kapsamında, proje girdileri ve tedarik zinciri süreçleri de çevresel boyutlarıyla ele alınmakta; bu da tedarikçi seçiminde kullanılan malzeme ve süreçlerin çevreye etkilerinin kontrol altına alınmasını gerekli kılmaktadır. Yine “Sıfır Atık Yönetmeliğı” (2019) gibi düzenlemeler, tedarikçilerin atık yönetimi, geri kazanım ve geri dönüşüm sistemlerine uyum sağlamalarını zorunlu kılarak yeşil tedarik zinciri yönetimini desteklemektedir. Bu sayede, yeşil tedarikçi seçimi yalnızca gönüllü bir sürdürülebilirlik stratejisi değil, aynı zamanda çevre mevzuatına uyumun sağlanmasında da kilit rol oynayan bir süreçtir. İşletmeler hem yasal yükümlölükleri yerine getirebilmek hem de çevre dostu uygulamalarla toplumsal itibar, rekabet avantajı, kaynak verimliliğı, çevresel sürdürülebilirlik ve risk azaltımı gibi çok yönlü faydalar elde edebilmek amacıyla yeşil tedarik zinciri yönetimini benimsemek durumundadır.

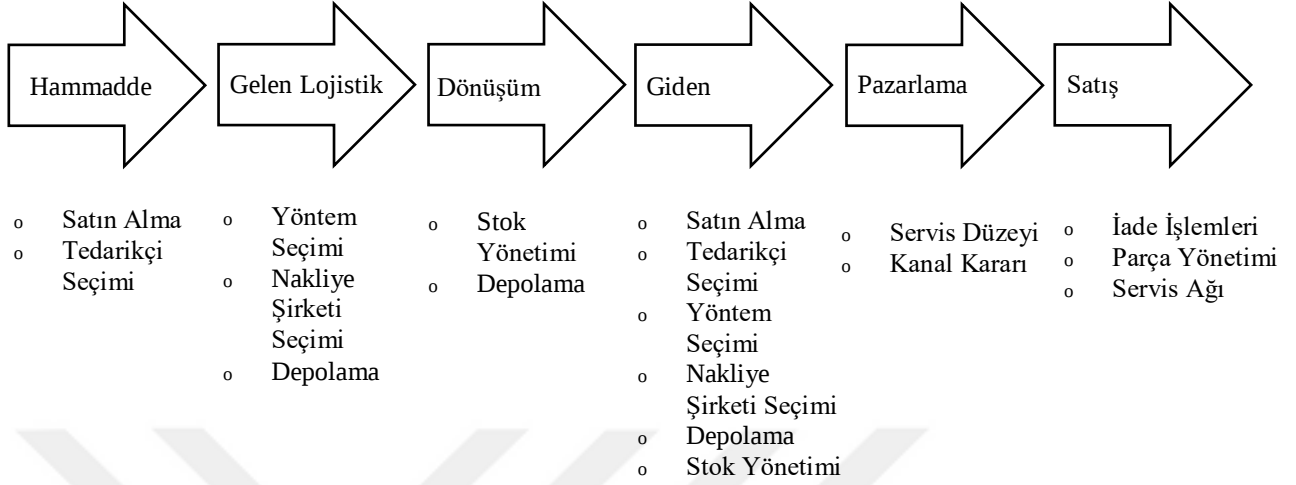
2.1.1 Yeşil Tedarik Zinciri Yönetiminin Alt Faaliyetleri

Yeşil tedarik zinciri, hammaddenin temininden nihai ürünün tüketiciye ulaşmasına kadar geçen süreçte çevreye duyarlı yaklaşımları temel almaktadır. Bu süreçte, tedarik zincirini oluşturan her bir faaliyet, çevresel etkileri azaltmayı hedefleyen stratejik ve operasyonel uygulamalarla yeniden şekillendirilmektedir. Tedarikçi seçimi, satın alma, üretim süreçlerinin optimizasyonu, lojistik ve dağıtım ağlarının çevreye duyarlı şekilde planlanması gibi alt faaliyetler, yeşil tedarik zincirinin temel taşlarını oluşturmaktadır.

Çevreye duyarlı stratejik kararlar, rekabetin yoğun olduğı pazarlarda işletmelere önemli bir avantaj sağlamaktadır. Bu doğrultuda, işletmelerin hammaddeden nihai müşteriye kadar tüm tedarik zinciri boyunca çevre dostu uygulamalara yer vermesi büyük önem taşımaktadır. Yeşil tedarik zinciri yaklaşımında, zinciri oluşturan tüm unsurlarda yeşil uygulamalara yer verilmesi gerekmektedir (Büyüközkan vd., 2008: 4). Şekil 2.1. incelendiğinde, tedarikçi seçiminin tedarik zinciri yönetiminin temel aşamalarından biri olduğı açıkça ifade edilmektedir.

Şekil 2.1

Çevre Dostu Yeşil Zincir



Kaynak: Wu and Dunn (1995). "Environmentally Responsible Logistics Systems", International Journal of Physical Distribution and Logistics Management, 25(2).

Tedarikçi seçimi süreci, tedarik zincirinin bir parçası olacak tedarikçilerin belirlenmesi, değerlendirilmesi ve seçilmesi aşamalarını kapsayan çok yönlü bir faaliyettir. Yeşil tedarik zinciri yönetimi uygulamalarını benimseyen tedarikçiler ise, tedarik zinciri boyunca işletmelerin çevresel performanslarını güçlendirmektedir. Bu bölümde, yeşil tedarik zincirini oluşturan alt faaliyetler detaylı bir şekilde ele alınarak, her birinin çevresel sürdürülebilirliğe katkısı incelenmektedir.

2.1.1.1 Yeşil Satın Alma

Çevre bilincinin gelişmesi ile üretici işletmeler sadece kaliteli ve uygun fiyatlı malzemeler satın almayı önceliklendirmek yerine tedarikçilerinin ve ürettikleri ürünlerin çevresel boyutunu da göz önünde bulundurmaya zorunda kalmışlardır.

Yeşil satın alma kavramı, çevresel olumsuz etkileri en aza indirme amacını güder ve tedarik edilen her türlü girdinin seçiminde çevresel kriterlerin önceliklendirilmesini ifade eder. Bu yaklaşım, geri dönüştürülebilir, yenilenebilir veya çevre dostu malzemelerin tercih edilmesini, kaynak kullanımının azaltılmasını ve düşük karbon emisyonlarına sahip tedarikçilerin seçilmesini temel uygulamalar olarak benimser. Yeşil satın alma; işletmenin belirlediği çevresel hedeflerle uyumlu olarak, çevreye duyarlı bir anlayışla ürün ya da malzeme teminini esas alan stratejik bir satın alma yaklaşımıdır. Bu yaklaşım; atık ve israfın en aza indirilmesi, geri dönüşüm ve yeniden kullanımın teşvik edilmesi,

doğal kaynakların etkin kullanımı ile çevreye zarar verebilecek malzemelerin daha sürdürülebilir alternatiflerle ikame edilmesini hedeflemektedir.

Satın alma süreci; işletmenin hem iç hem de dış müşterilerinin ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik olarak gerekli malzeme, ürün ve hizmetlerin planlanması, tedariki, depolanması ve dağıtımını kapsayan stratejik bir aşamadır. Bu süreçte, tedarikçi ve müşteri arasında etkin bir iletişim ağı kurularak işletmenin operasyonel sürekliliği desteklenmektedir. Bu bağlamda yeşil satın alma uygulamaları, çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmayı amaçlayan çevre odaklı bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır. İsrafin önlenmesi, geri dönüşüm ve yeniden kullanımın artırılması, doğal kaynakların verimli kullanımı ile çevreye zarar verebilecek malzemelerin sürdürülebilir alternatiflerle ikamesi gibi hedefler, yeşil satın alma stratejisinin temel unsurlarını oluşturmaktadır. Yeşil satın almanın başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için yönetim desteği, işletmenin misyonu, departmanların hedefleri, personelin çevre dostu girdiler hakkında eğitimi ve satın alma yöneticisinin performans değerlendirmesi gibi çeşitli önemli faktörler devreye girmektedir (Zhu, Sarkis ve Lai, 2008, s. 263).

Satın alma birimi, tedarik zinciri yönetimi süreçlerinin planlanması ve yürütülmesinde stratejik bir rol üstlenmektedir. Bu kapsamda, satın alma fonksiyonu yalnızca tedarikçiyle yapılan işlemlerle sınırlı kalmayıp, ürün geliştirme aşamasından başlayarak üretim süreci boyunca tedarikçi–alıcı ilişkilerinin yönetilmesine doğrudan katkı sunmaktadır (Andersen & Rask, 2003, s. 85). Bu çerçevede ortaya çıkan yeşil satın alma kavramı, çevresel kriterlerin satın alma politikalarına, programlarına ve operasyonel süreçlere entegre edilmesini esas alan bütüncül bir stratejidir. Yeşil satın alma yaklaşımı, yalnızca malzeme temininden ibaret olmayıp; tedarikçi seçimi, sözleşme yönetimi, müzakere süreçleri, teslimat planlaması ve kalite kontrol gibi birçok kritik süreci çevresel duyarlılık çerçevesinde yeniden tanımlamaktadır. Bu strateji, işletmelerin sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmalarında önemli bir kaldıraç işlevi görmekte; aynı zamanda çevresel sorumluluğun kurumsal politika düzeyinde yapılandırılmasına katkı sağlamaktadır (Başköy, 2024).

Yeşil satın alma, öncelikle tedarikçilerin çevresel performanslarının izlenmesi ve değerlendirilmesiyle ilgilidir. Satın alma, işletme içerisindeki malzeme akışının ilk aşamasında yer alması nedeniyle, ürünlerin ve süreçlerin çevre dostu hale getirilmesinde stratejik bir öneme sahiptir (Mercan, 2020). Ancak, çevresel faktörlerin satın alma

sürecine dâhil edilmesi, tedarikçinin çevresel performansının yanı sıra maliyet, teslimat, kalite ve esneklik gibi geleneksel kriterlerin de göz önünde bulundurulmasını gerektirdiğinden, bu durum satın alma sürecinde çeşitli baskılar ve karışıklık yaratabilmektedir (Handfield vd., 2002).

Yeşil satın alma, çevresel etkileri olumlu yönde şekillendirmekle kalmaz, aynı zamanda işletmelere itibar kazandırır ve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmalarını kolaylaştırır. Günümüzde pek çok şirket, yeşil satın alma süreçlerini standartlaştırmak ve mevcut performanslarını değerlendirmek için çevresel sertifikalar ve tedarikçi değerlendirme sistemlerini kullanmaktadır. Bu yaklaşım, çevreye ve ekonomiye katkı sağlayan daha bilinçli bir tedarik zinciri yapısının oluşturulmasına olanak tanır. Min ve Galle (1997), çevre programlarının yüksek maliyetlerinin, etkili bir yeşil satın alma uygulaması için ciddi bir engel oluşturduğuna dikkat çekmektedir. Genel anlamda, yeşil satın alma, atık kaynaklarının azaltılmasını sağlayan, satın alınan malzemelerin geri kazanılmasını teşvik eden ve bu malzemelerin performans gereksinimlerini olumsuz etkilemeden çevreye duyarlı bir satın alma uygulaması olarak tanımlanabilir.

2.1.1.2 Yeşil Üretim

Günümüzde yeşil üretim, üretim süreçlerinde kaynakların daha verimli kullanılması amacının yanında maliyetleri düşürerek işletmelere ekonomik avantaj da sağlar. Çevresel bilince sahip tüketicilerin taleplerini karşılamada büyük bir rol oynar. Yeşil üretim uygulamaları, aynı zamanda şirketlerin karbon ayak izini azaltmalarını ve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmalarını da kolaylaştırır. Bu şekilde hem çevresel hem de sosyal sorumlulukları yerine getirirken geleceğe daha yaşanabilir bir dünya bırakılmasını sağlar.

Yeşil tedarikçi seçimi, yeşil üretimle doğrudan ilişkili önemli bir rekabet faktörü olarak öne çıkmaktadır. Bu nedenle, birçok firma, çevresel performansı artırmanın yanı sıra, müşteri memnuniyetini güçlendirecek ve sosyal sürdürülebilirliği destekleyecek en uygun yeşil tedarikçiyi seçmeye odaklanmaktadır (Liang vd., 2019, s. 137).

Srivastava (2007) yeşil üretimi, *"bu sürecin en önemli odak noktalarından birinin, kullanılmayan ve eski ürünlerin malzeme içeriğini geri kazanmak amacıyla geri dönüşümün yapıldığı ve üretim ile alt süreçlerdeki atık miktarının azaltıldığı üretim şekli"* olarak açıklamaktadır. Diğer yandan, Ninlawan vd. (2010), yeşil üretimi *"nispeten düşük*

çevresel etkilerle, yüksek verimliliğe sahip, az atık ya da hiç atık ya da kirlilik üretmeyen girdilerle gerçekleştirilen üretim süreçleri" olarak tanımlamaktadır.

Yeşil üretim, mamullerin üretiminin sağlanabilmesi için süreç içerisinde gerçekleşen tüm faaliyetlerin çevreye oluşturacağı olumsuz durumları minimize edilebilmesinde, atık yönetimini geliştirmeyi ve hammadde kullanımını azaltmayı amaçlayan bir süreçtir. Gelişen teknoloji devri ile uygulanan çevre politikaları, üretimde kullanılan girdilerin verimliliğini arttırmakta ve geri dönüşümünde kullanılan uygulamaları çeşitlendirmektedir. (Karamanlı, 2024, s.35)

2.1.1.3 Yeşil Paketleme

Yeşil paketleme, çevresel olumsuz etkileri en aza indirmek amacıyla ambalaj malzemelerinin geri dönüştürülebilir, biyolojik olarak parçalanabilir ya da yeniden kullanılabilir bir şekilde tasarlanmasını ifade eder. Bu süreçte kullanılan ambalaj ürünleri, çevreye en az zarar veren veya hiç zarar vermeyen materyallerden yapılır (Kelleci, 2018). Yeşil paketleme uygulaması, çevre dostu bir çözüm sunmakla kalmaz, aynı zamanda lojistik süreçleri iyileştirerek maliyetleri düşürür ve sürdürülebilir bir tedarik zincirinin oluşturulmasına katkı sağlar. İşletmeler, bu uygulamayı benimseyerek tüketicilerin sürdürülebilirlik beklentilerini karşılar ve böylece marka değerlerini artırır.

2.1.1.4 Yeşil Dağıtım

Çevreye duyarlı pazarlama operasyonlarının etkin bir şekilde uygulanabilmesi için toptancı, aracı ve perakendecilerden oluşan dağıtım kanallarının işletmeye sağladığı bilginin sürekliliği garanti edilmelidir. Perakendeciler, tüketici gruplarının çevreye olan ilgilerini anlayabilen ve bu konuda değerli bilgiler barındıran önemli bir kaynaktır. Seçilen perakendecilerin çevre dostu malzemeler kullanmaları, işletmelerin çevreci imajını güçlendirmektedir. Yeşil dağıtım süreçleri, aşağıdaki aşamalardan oluşur (Erbaşlar, 2012: 100):

1. Yeşil fiziksel dağıtım
2. Depolama
3. Stok yönetimi
4. Sipariş toplama ve gerçekleştirme
5. Doldurma ve boşaltma

6. Tersine lojistik.

Bu aşamalar, işletmelere çevresel etkileri azaltan ve sürdürülebilir bir dağıtım süreci sağlama fırsatı tanır.

2.1.1.5 Tersine Lojistik

Tersine lojistik kavramı, ilk kez 1981 yılında Lambert ve Stock tarafından alan yazına kazandırılmıştır. Erken dönem çalışmalarda bu kavram, ürünlerin geleneksel akış yönünün tersine hareketi şeklinde tanımlanmıştır. Günümüzde ise tersine lojistik, tüketim noktasından üretim noktasına doğru gerçekleşen bir akışla; geri dönüşüm, yeniden üretim ya da uygun yöntemlerle imha edilme süreçlerini kapsayan sistematik bir yaklaşım olarak ele alınmaktadır. Bu sistem, özellikle kullanılmış ürün ya da parçaların yeniden değerlendirilmesini mümkün kılarak, değeri azalmış ya da işlevini yitirmiş kaynakların yeniden ekonomiye kazandırılmasını hedeflemektedir. Böylece hem kaynak kullanımı azaltılmakta hem de maliyetlerde tasarruf sağlanırken çevresel etkiler de en aza indirgenmektedir (Fettahlıoğlu ve Birin, 2016).

Kroon ve Vrijens (1995)'e göre tersine lojistik, *“ürün ve ambalajlarında bulunan zararlı veya zararsız atıkların azaltılarak yönetilmesi ve yok edilmesi”*nden oluşmaktadır. Tersine lojistik, yalnızca ürünlerin ters yönde hareketini değil, aynı zamanda tersine dağıtım süreçlerini ve bu süreçleri yöneten lojistik becerileri de kapsamaktadır. Artık kullanıcıya fayda sağlamayan ürünlerden, pazarda yeniden değerlendirilebilecek ürünlere kadar uzanan tüm lojistik faaliyetleri içine alan bu yapı; kullanılmış ürünlerin son kullanıcıdan üreticiye doğru fiziksel olarak geri taşınmasını da içerecek şekilde organize edilen bir süreci temsil etmektedir (Fleischmann vd., 1997).

Tersine lojistik kavramı, geleneksel tedarik zinciri anlayışından farklı olarak, kullanılmış ürünlerin yeniden kazanımını veya uygun yöntemlerle bertaraf edilmesini hedefleyen bir yaklaşımdır. Bu kapsamda; kullanılmış ürün depolarının, ürün akışlarının ve bu akışlara ilişkin bilgilerin etkin ve verimli şekilde planlanması, uygulanması ve izlenmesi süreçlerini içermektedir (Acar ve Kara; 2014: 318).

2.2 Yeşil Tedarikçi Seçimine İlişkin Alan Yazın

Tedarikçi seçimi, işletmenin belirli ihtiyaçlarını sürdürülebilir ve etkili bir biçimde karşılayabilecek adaylar arasından, çeşitli değerlendirme ölçütleri doğrultusunda en

uygun olanının belirlenmesi sürecidir. Bu süreç, yalnızca maliyet ve kalite gibi geleneksel kriterleri değil; aynı zamanda çevresel etkileri de dikkate alan yeşil tedarik uygulamaları kapsamında daha da kritik bir hâl almıştır. Yeşil tedarik, ürünün yaşam döngüsünü bütüncül biçimde ele alır ve her aşamada çevresel etkilerin azaltılmasına odaklanır. Bu bağlamda, satın alınan bileşen ve hizmetlerin seçiminde çevresel performans, temel karar kriterlerinden biri hâline gelmiştir. Bu yaklaşım, ürünün satın alınması sırasında fiyat ve performans gibi geleneksel değerlendirmelerin yanı sıra, atık ve kirliliğin azaltılmasına katkı sağlayan sürdürülebilirlik kriterlerinin de göz önünde bulundurulmasını sağlar (Nakıboğlu, 2017, s. 59). Yeşil tedarikçi seçimi, yalnızca tedarik zincirinin başlangıç noktası değil; aynı zamanda tüm zincir halkalarının çevresel performansını belirleyen stratejik bir karar alanıdır. Çünkü kullanılan girdilerin çevreye olan etkileri, tedarik sürecinde alınan kararlarla doğrudan ilişkilidir.

Tedarikçi seçim süreci, işletmenin ihtiyaçlarını sürdürülebilir bir biçimde ve uygun maliyetle karşılayabilecek nitelikli iş ortaklarını belirlemeyi amaçlamaktadır. Bu sürecin etkin bir şekilde yürütülebilmesi için, karar vericilerin yalnızca teknik ve mali parametreleri değil; aynı zamanda tedarikçi performansını etkileyen çevresel ve sosyal faktörleri de bütüncül olarak değerlendirmesi gerekmektedir (Yang, Wu ve Yin, 2008: 1481).

Yeşil tedarik, alıcı işletmenin ilk düzey tedarikçileriyle güçlü ilişkiler kurmasını ve tedarik zincirinin çevresel sürdürülebilirliğini sağlamak amacıyla, hammadde sağlayıcılarından başlayarak tüm aşamalarda iş birliği yapması gerektiği bir süreçtir. Bu süreç, tedarikçiler, üreticiler ve diğer hizmet sağlayıcılar arasında bir iş birliği platformunun kurulmasını gerektirir (Emmett ve Sood, 2010, s. 60). İşletmeler, maliyetleri düşürmek, yeni iş fırsatları yaratmak ve rekabet avantajı elde etmek adına bu stratejiyi benimsemektedir. Bununla birlikte, çevre koruma ve sürdürülebilir kalkınma konularına yönelik artan duyarlılık, çevresel gereksinimlerin göz önünde bulundurulmasını ve yeşil kriterlerin tedarikçi seçim sürecine dâhil edilmesini zorunlu hale getirmektedir (Yazdani vd., 2017, s. 3728). Bir tedarikçinin değerlendirilmesi ve seçilmesi, sürdürülebilir tedarik zinciri faaliyetlerini gerçekleştirmek için temel görevdir. Yeşil tedarikçi seçimi, birçok kriterli karar verme sürecidir ve çevre üzerindeki uzun vadeli etkileri sebebi ile tedarik zinciri yönetiminin en önemli aşamalardandır (Javad and Darvishi, 2020: 2).

Yeşil tedarikçiler kavramı, çevresel sürdürülebilirlik ilkelerine uygun şekilde faaliyet gösteren tedarikçileri ifade eder. Yeşil ürün inovasyonu gibi, yeşil tedarikçilere sahip olmak da bir işletmenin çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmasında kritik bir rol oynar. Bu durum, işletmenin çevresel performansını iyileştirerek daha sürdürülebilir bir iş modeli oluşturmaya katkı sağlar (Andersen, 2021, s. 3). İşletmelerin çevresel sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda, çevre dostu politika ve uygulamaları benimseyen firmaları tercih etmesi anlamına gelir. Bu yaklaşım, işletmelere önemli avantajlar sağlarken aynı zamanda bazı zorlukları da beraberinde getirebilir.

Yeşil tedarikçi seçiminin en belirgin avantajlarından biri, çevresel sürdürülebilirliğe doğrudan katkıda bulunmasıdır. Çevre dostu tedarikçilerle çalışmak, sera gazı emisyonlarının azaltılmasını, enerji ve su tasarrufunun sağlanmasını ve atık yönetiminin geliştirilmesini mümkün kılar. Bu tür iş birlikleri, işletmelerin çevre üzerindeki olumsuz etkilerini en aza indirirken, aynı zamanda çevresel düzenlemelere uyum sağlamalarına da yardımcı olur. Bunun yanı sıra, yeşil tedarikçi seçimi, işletmelere marka imajını güçlendirme, rekabet avantajı sağlama ve müşteri sadakati oluşturma fırsatları sunar. Çevresel duyarlılığı yüksek olan tüketiciler ve paydaşlar, bu tür girişimlere daha fazla değer vererek işletmelere destek sağlar.

Öte yandan, yeşil tedarikçi seçiminin bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Çevre dostu tedarikçiler genellikle daha yüksek maliyetlerle çalışmaktadır, çünkü sürdürülebilir üretim süreçleri ve çevre dostu hammaddeler ek maliyetler doğurabilir. Ayrıca, çevre dostu tedarikçilerin belirlenmesi ve değerlendirilmesi daha fazla araştırma ve zaman gerektirir, bu da tedarikçi seçim sürecini karmaşık hale getirebilir. Yeşil tedarikçilere geçiş, mevcut tedarik zincirinde değişiklik yapılmasını zorunlu kılabilir ve bu durum operasyonel zorluklara yol açabilir. Bazı sektörlerde, çevre dostu standartlara uygun tedarikçi bulmanın sınırlı olması, işletmelerin seçeneklerini daraltabilir ve stratejik kararlarını zorlaştırabilir.

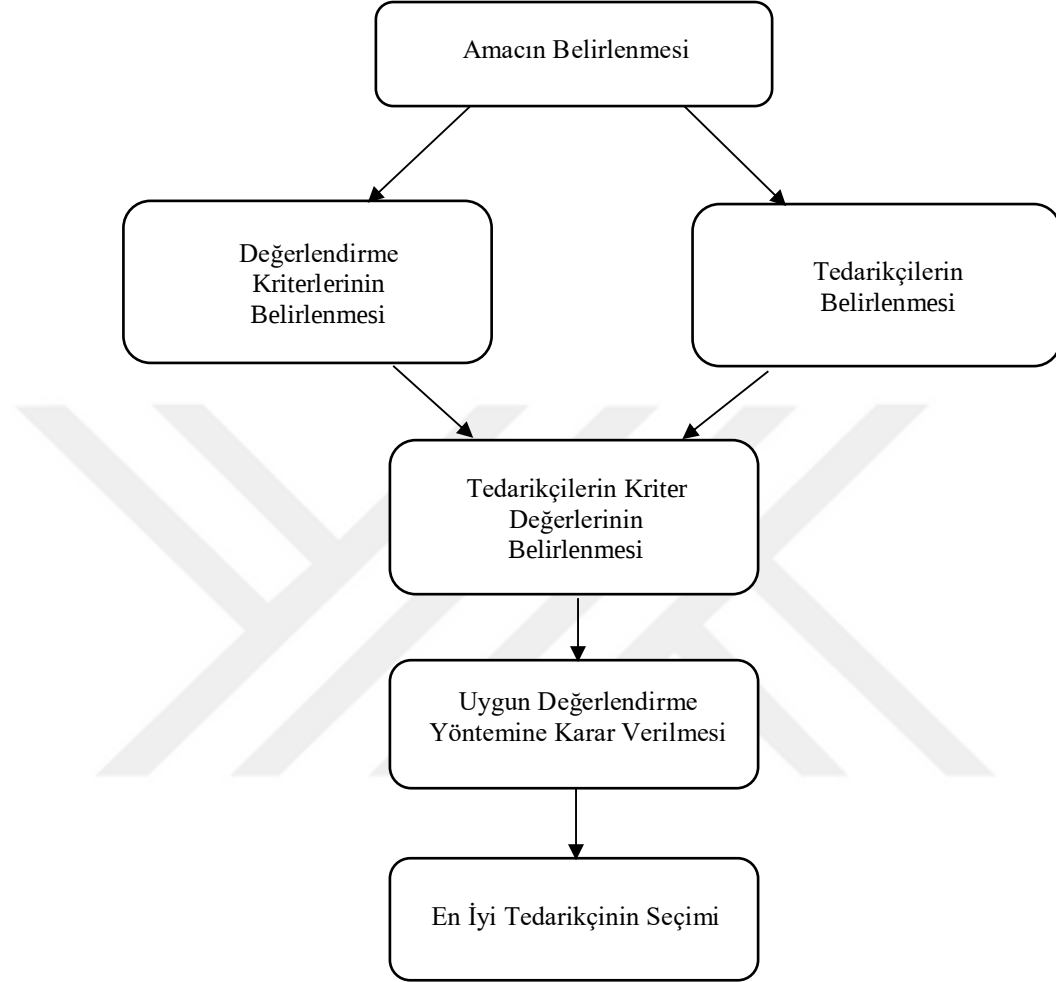
İşletmelerin temel fonksiyonlarından biri olan satın alma sürecinin en önemli işlevlerinden birisi de tedarikçi seçimidir. Tüm işletmelerin ortak noktası olarak, her türlü mal ve hizmet alımlarında doğru ve uygun tedarikçi seçimi kritik bir süreçtir. Buna bağlı olarak işletmelerin üretim maliyetlerini, ürün kalitelerini ve tedarik süreçlerini doğrudan etkilemektedir. (Liu ve Zhang, 2011). Satın alma, işletmelerin temel faaliyet alanlarından biri olup, bu süreçte tedarikçi seçimi stratejik bir rol üstlenmektedir. Doğru tedarikçilerin

belirlenmesi, yalnızca mal ve hizmet teminini değil, aynı zamanda üretim maliyetlerinin kontrolü, ürün kalitesinin sürdürülebilirliği ve tedarik sürecinin etkinliği üzerinde de doğrudan etkili olmaktadır.

Tedarikçi seçimi, doğası gereği çok sayıda ve birbirinden farklı değerlendirme kriterini aynı anda dikkate almayı gerektiren çok kriterli karar verme sürecidir (Şimşek, Çatır & Ömürberk, 2015, s. 140). Yeşil tedarikçi seçiminde bu karar yapısı daha da karmaşık hâle gelmektedir; çünkü geleneksel maliyet, kalite ve teslimat gibi ölçütlere ek olarak çevresel sürdürülebilirlik, atık yönetimi, karbon salınımı, çevreye duyarlı üretim gibi belirsizlik içeren çevresel faktörler de değerlendirmeye dâhil edilmektedir. Bu sebeple, çok kriterli karar verme yöntemleri, çevresel etkileriyle birlikte değerlendirilmesi gereken bu karmaşık yapıyı yönetmede işletmelere önemli avantajlar sunmaktadır (Kannan et al., 2013; Javad & Darvishi, 2020). Yeşil tedarik zinciri yönetimi bağlamında, tedarikçi seçimi yalnızca teknik bir karar değil; aynı zamanda stratejik, çevresel ve uzun vadeli etkiler doğuran bir karar alanı olarak öne çıkmaktadır. (Gökalp ve Soylu, 2012, s. 6) Şekil 2.2. tedarikçi seçim süreci adım adım gösterilmiştir.

Şekil 2.2

Tedarikçi Seçim Süreci



Kaynak: Gökalp ve Soylu, 2012, s. 5

Tedarik sürecini daha çevre dostu hale getirebilmek için, tedarikçi değerlendirme aşamasına çevresel kriterler eklenebilir. Bu süreçte, tedarikçilerin çevresel performanslarını değerlendirmek amacıyla bir puanlama sistemi kurulabilir, çevreye yönelik anketler düzenlenebilir, tedarikçilerin çevre konusundaki başarılarını ödüllendirme uygulamaları hayata geçirilebilir ve tedarikçilerin çevre yönetim sistemlerine sahip olmaları bir şart haline getirilebilir (Nakıboğlu, 2017, s. 60). Çevresel kriterleri karşılayan tedarikçilerin doğru bir biçimde seçilmesi, işletmelerin sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu doğrultuda, çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri, yeşil tedarikçi seçim sürecine sistematik bir bakış açısı kazandırarak karar vericilere önemli katkılar sağlamaktadır.

Yeşil tedarik zinciri yönetiminde önemli bir başlangıç noktası olan satın alma süreci, çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlamak adına stratejik bir rol üstlenmektedir. Bu süreç; çevre dostu alternatif malzemelerin değerlendirilmesi, ambalaj atıklarını azaltmaya yönelik yöntemlerin geliştirilmesi ve insan sağlığına zarar verebilecek unsurların süreçten tamamen çıkarılmasını kapsamaktadır. Ancak bu dönüşüm yalnızca işletme içi uygulamalarla sınırlı kalmaz; etkili bir sonuç için tedarikçilerle sorumlulukların paylaşılması ve karşılıklı iş birliğinin sağlanması gerekmektedir. Bu doğrultuda pek çok kuruluş, tedarikçilerinin çevresel performansını sürekli olarak izlemekte ve tedarik sürecinde çevreye en az zararı verecek malzemelerin kullanılmasına öncelik vermektedir. Böylece çevresel etkilerin uzun vadede azaltılması ve sürdürülebilir üretim taahhütlerinin hayata geçirilmesi mümkün hale gelmektedir (Mercan,2020:61)

Son yıllarda çevre bilincinin artmasıyla birlikte, tüketiciler çevreye duyarlı ürünleri tercih etmeye başlamıştır. Bu artan talebe karşılık olarak üreticiler de, ürünlerinin yaşam döngüsünü çevresel açıdan daha sürdürülebilir hale getirmek için çeşitli stratejiler geliştirmektedir. Bu dönüşüm sürecinin ilk ve en kritik adımı ise satın alma ve tedarikçi seçimidir (Aslan, 2023, s. 47).

Yeşil tedarikçi seçimi, geleneksel tedarik kriterlerinin (maliyet, kalite, teslimat gibi) yanı sıra çevresel kriterlerin de dikkate alındığı çok boyutlu ve stratejik bir karar sürecini ifade eder. Artan çevresel farkındalık ve sürdürülebilirlik beklentileri doğrultusunda, işletmelerin yalnızca ekonomik değil aynı zamanda çevresel sorumluluk bilinciyle hareket etmesi artık bir tercih değil, zorunluluktur. Bu bağlamda, tedarikçi seçiminde enerji tüketimi, karbon salımı, su kullanımı, atık yönetimi, geri dönüşüm uygulamaları ve çevresel sertifikalar gibi performans göstergeleri de değerlendirme sürecine dâhil edilmekte; böylece tedarik zincirinin çevreye olan etkisi bütünsel olarak kontrol altına alınmaktadır.

Gün geçtikçe daha fazla işletme, çevresel etkileri en aza indirebilecek nitelikteki tedarikçilerle çalışmayı hedeflemektedir. Bu bağlamda, en uygun tedarikçiyi belirlemek yalnızca maliyet etkinliği açısından değil, çevre üzerindeki olumlu etkilerin sürdürülebilirliği açısından da kritik rol oynamaktadır. Bu tür çok kriterli seçim süreçlerinin yönetiminde, çeşitli analiz ve değerlendirme teknikleri kullanılarak hem çevresel hem de geleneksel performans ölçütleri bir arada ele alınabilmektedir. Böylece

karar vericiler, çevre dostu uygulamaları benimseyen tedarikçiler ile daha güçlü ve sürdürülebilir iş birlikleri kurma imkânı bulmaktadır.

İzleyen kısımda tedarikçi ve yeşil tedarikçi seçimine ait alan yazın yer almaktadır.

2.2.1 Tedarikçi Seçimi

Tedarikçi seçimi konusunda geçmişe bakıldığında yapılan ilk çalışmalar arasında Dickson 'u (1966) görmek mümkündür. Yaptığı çalışma kapsamında 273 satın alma sorumlusu ve müdüre tedarikçi seçimiyle ilgili 23 kriterden oluşan bir anket sunmuştur. Dickson tarafından hazırlanan kriterler; kalite, teslimat, geçmiş performans, garanti & politikalar, üretim alanı ve kapasite, fiyat, teknik yeterlilik, finansal durum, prosedürlere uyma, iletişim sistemi, itibar ve endüstrideki durum, iş istekliliği, yönetim ve organizasyon, operasyon kontrolleri, tamir hizmeti, tutum, izlenim, paketleme yeteneği, çalışan ilişkileri kayıtları, coğrafi konum, geçmiş işlerin sayısı, eğitim destekleri ve ikili anlaşmalar kriterleridir. (Dickson, 1966: 5 17). Bu kriterler daha sonra yapılan çalışmalarda öncü olacak ve yıllar içinde gelişen bir kriter havuzu oluşturmaya yardımcı olacaktır.

Weber, Current ve Benton (1991) tedarikçi seçimi ve performans ölçümü ile ilgili birçok sayıda araştırmayı incelemiş ve inceleme sonucunda tedarik seçimi için en fazla kullanılan kriterin fiyat olduğunu fark etmişlerdir. Bu kriterin ardından sırasıyla teslimat ve kalite ardındansa ürün kapasitesi ve yerelleşmenin geldiğini belirlemişlerdir.

Geleneksel çalışmalar incelendiğinde tedarik seçiminin değerlendirilmesinde fiyat, kalite ve teslimat kriterlerinin ana kriter olarak belirlendiğini görmek mümkündür (Akman ve Alkan, 2006:26). Ancak alan yazındaki güncel çalışmalar, Dickson'ın belirlediği 23 kriterin önem sırasının zamanla değiştiğini ve sektörel dinamikler ile pazar koşullarına bağlı olarak bu kriterlere yenilerinin eklendiğini ortaya koymaktadır.

Humphreys, Shiu ve Chan (2001) yaptıkları çalışmada tedarikçi seçimi için alan yazında kabul görmüş genel kriterlere ek olarak, tasarım kapasitesi, problem çözme kapasitesi ve çevre bilinci kriterlerinin giderek önem kazandığını belirlemişlerdir.

Tam ve Tummala (2001) çalışmalarında Dickson'ın tedarikçi seçimi kriterlerinden bazılarına ek olarak tedarikçi firmanın destek hizmetlerinin kalitesi, teknoloji gelişimine açıklığı, problem çözme kapasitesi ve kalite sistemi kriterlerinden faydalanmıştır.

Ha ve Krishnan'ın (2006) çalışmalarında yine Dickson'ın kriterlerine ek olarak e-ticaret yeteneği, çevre dostu ürünler, tam zamanında üretim (Just in Time) yeteneği, ürün görünümü, katalog teknolojisi, müşteri talebine yanıt, süreklilik ve satış sonrası servis gibi yeni kriterler kullanmıştır.

Patil (2014) çalışmasında 1966-2012 yılları arasındaki 27 farklı araştırmacının çalışmalarını incelemiştir. Bu çalışmayla alan yazında 48 farklı tedarikçi seçim kriterinin bulunduğu belirlenmiştir.

Tablo 2.1' de tedarikçi seçiminde kullanılan kriterler açıklamalarıyla birlikte toplu bir şekilde verilmiştir. Bu çalışmada kullanılan kriter seti, alan yazında tedarikçi seçimi ve özellikle yeşil tedarikçi seçimi alanında yapılan çalışmalardan derlenerek oluşturulmuştur. Kriter yapısı hem geleneksel değerlendirme unsurlarını hem de çevresel sürdürülebilirlik odaklı ölçütleri kapsayacak şekilde çok boyutlu bir yaklaşımla yapılandırılmıştır. Kriterlerin belirlenmesinde, alan yazında öne çıkan çeşitli akademik çalışmalardan yararlanılmıştır.

Tablo 2.1

Tedarikçi Seçiminde Kullanılan Kriterler

Kriterler		Açıklamalar
Sürdürülebilir Tedarik Zinciri	Tedarikçi Değerlendirmesi	Tedarikçilerin performans değerlendirmeleri ve yeşil süreçlerin aktive edilmesi.
	Yerel Tedarik	Taşıma mesafelerini azaltmak için yerel tedarikçilere öncelik verilmesi.
Üretim Süreçleri	Enerji Verimliliği	Üretim süreçlerinde enerji tüketimini azaltacak önlemler.
	Temiz Üretim Teknolojileri	Daha az çevresel etkiye sahip üretim teknolojilerinin kullanımı.
	Karbon Ayak İzi	Nakliye süreçlerinde karbon salınımının azaltılması.
Lojistik ve Dağıtım	Yeşil Taşıma	Çevre dostu taşıma yöntemlerinin (örneğin, elektrikli araçlar) kullanımı.
	Verimli Rotalama	Lojistik operasyonlarda en kısa ve en verimli rotaların belirlenmesi.
Ambalajlama	Çevre Dostu Ambalaj Malzemeleri	Geri dönüştürülebilir ve biyolojik olarak çözünebilen malzemelerin kullanımı.
	Ambalajın Azaltılması	Gereksiz ambalaj kullanımının minimize edilmesi.

	Yeniden Kullanılabilir Ambalaj	Tekrar kullanılabilir ambalaj sistemlerinin tasarımı ve kullanımı.
	Ambalaj Tasarımı	Ambalajların çevresel etkilerini azaltacak şekilde tasarlanması.
Performans Ölçümü ve İzleme	KPI'lar (Anahtar Performans Göstergeleri)	Çevresel performansı izlemek için belirlenen ölçütler.
	Sürekli İyileştirme	Performans ölçümlerine dayanarak sürekli iyileştirme çalışmalarının yapılması.

[Tablo 2.1 (Devam) *Tedarikçi Seçiminde Kullanılan Kriterler*]

Alan yazında tedarikçi seçimi konularında yapılmış çalışmalar Tablo 2.2' de sektörlere ayrılmış şekilde verilmiştir.

Tablo 2.2

Tedarikçi Seçimine Ait Alan Yazın

Sektörler	Yazar / Yıl	Araştırmanın İçeriği	Yöntem
Kimya	Khairuddin, 2016	Ürdün' de bulunan bir kimya fabrikası için tedarikçi seçimi problemi ele alınmış ve ana kriterlerden maliyet ve kalite kriterlerinin diğer kriterlere göre daha önemli olduğu bulunmuştur.	AHP
Kimya	Yerlikaya ve Arıkan, 2017	Bu çalışmada atık suyun sağlığa zararlı olup olmadığını ölçen test kitlerini üreten dört tedarikçi firma ele alınmıştır.	AHP ve TOPSIS
Kimya	Vazifehdan Darestani, 2019	Petrokimya şirketinin tedarikçi seçim problemi ele alınmış ve belirlenen dört tedarikçinin en iyisini bulmak üzerine bir çalışma yapılmıştır.	Bulanık ANP ve Bulanık DEMATEL
Kimya	Çelik, 2020	Çalışmasında hammadde seçimi için sekiz farklı hammadde alternatifi kıyaslanmıştır.	Aksiyomatik Tasarım Yaklaşımı ve AHP
İnşaat	Borissova ve Atanassova, 2018	Dört tedarikçi için dokuz kriter belirlemiş ve yapılan analiz sonucunda en iyi alternatif tedarikçi belirlenmiştir.	SAW ve WPM
İnşaat	Chen, 2020	Ayvan da bulunan bir şirket için tedarikçi seçim problemi ele alınmış ve beş alternatif tedarikçiye uygulanmıştır.	AHP, Entropi ve TOPSIS
İnşaat	Nugroho Iskandar, 2020	Doğal materyaller tedariki yapan bir firma için tedarikçi seçim problemi incelenmiş ve analiz sonucu yüksek öneme sahip olan kriter doğrultusunda tercih yapılmıştır.	AHP

İnşaat	Hoseini vd., 2021	Sürdürülebilir tedarikçi seçim problemi üzerine çalışılmış ve analiz sonucu altı tedarikçi arasından en iyisi seçilmiştir.	Bulanık BWM
Ahşap	Arslan ve Uysal, 2017	Bu çalışmada üç adet alternatif tedarikçi belirlenmiş ve kriter ağırlıklarının belirlenmesi sonucunda en iyi tedarikçi seçilmiştir.	ELECTRE
Ahşap	Stevic vd., 2017	Beş alternatif tedarikçi arasından kriter ağırlıkları ikili karşılaştırmalar sonucunda firma için en iyi alternatif belirlenmiştir.	AHP ve TOPSIS
Otomotiv	Yılızati ve Yazıcıoğlu, 2019	Yan sanayi firması için dört alternatif tedarikçi arasından kriter ağırlıklarından faydalanılarak ikili karşılaştırma matrisleri sonucunda en iyi tedarikçi elde edilmiştir.	AHP ve TOPSIS
Otomotiv	Hadian vd., 2020	Hammadde malzemesi için yapılan çalışmada altı tedarikçi arasından sonuç belirlenmiştir.	BOCR, AHP ve VIKOR
Otomotiv	Şahin ve Ayvaz, 2020	Yapılan çalışmada otomotiv sektöründe faaliyet gösteren bir firmanın üç tedarikçi arasından en iyi alternatifi seçilmiştir.	Bulanık AHP ve Bulanık ELECTRE
İmalat	Toklu vd., 2018	Tedarikçi seçim problemi için yapılan çalışmada üç alternatif tedarikçi arasından en iyisi seçilmiştir.	SWARA ve WASPAS
İmalat	Çetin ve Alvalı, 2020	Bu çalışmada firma için kullanılacak hammadde tedariki için üç alternatif hammadde arasından en iyisi seçilmiştir.	TOPSIS ve VIKOR
Perakende	Onat ve Kaçtıoğlu, 2020	Bu çalışmada beş alternatif tedarikçi arasından en iyi alternatif seçilmiştir.	Bulanık AHP ve İkili Karşılaştırmalar Matrisi
Perakende	Torkayesh vd., 2020	İran’ da bulunan dijital perakende firmasının tedarik seçimi için on dört alternatif arasından en iyisi tercih edilmiştir.	BWM ve WASPAS

[Tablo 2.2 (Devam) *Tedarikçi Seçimine Ait Alan Yazın*]

2.2.2 Yeşil Tedarikçi Seçimi

Büyüközkan ve Çifçi (2012), yaptıkları çalışmada yeşil tedarikçiler için yeşil tedarik zinciri yönetimi ve bu zincirin boyutlarını incelemişler ve bir değerlendirme çerçevesi önermişlerdir. Bulanık TOPSIS, bulanık DEMATEL ve bulanık ANP yaklaşımlarını entegre ederek hibrit bir bulanık çok kriterli karar verme modeli oluşturmuştur. Model otomotiv sanayiden Ford Otosan firmasına uygulanmıştır.

Yangınlar ve Sarı (2014), 2004 ve 2014 yılları arasında yapılan farklı sektörlerdeki çalışmaları incelemişler. Bu sektörler otomotiv, lojistik, gıda, maden, elektronik, medikal,

kozmetik ve tekstil olarak söylenebilir. İlgilenilen sektörlerdeki yeşil lojistik faaliyetlerinin işletme performansını nasıl etkilediği incelenmiştir. Bu amaçla alan yazındaki 70 makale incelenmiş ve sonuç olarak yeşil lojistik uygulamalarının toplum üzerindeki etkileri belirlenmiştir. Yeşil lojistik faaliyetleri ile firmaların bazı performansları arasında direkt bir ilişki olduğu da gözlemlenmiştir.

Appolloni, Sun, Jia ve Li (2014), yaptıkları çalışmada 1996-2013 yılları arasında yayınlanan 86 makaleyi bibliyometrik analiz yöntemini kullanarak incelemişlerdir. Sonuç olarak yeşil satın alma yaklaşımının sınırlı kaynakları hem çevresel performans hem de ekonomik performans ile kesişen projelere yönlendirerek yöneticiler için önemli sonuçlar doğurduğu gözlemlenmiştir.

Jakhar (2014), giyim sektörüne ortak seçimi ve akış tahsisi karar verme modeli üzerinde çalışmıştır. Önerilen modele, ANP, AHP ve MOLP yöntemleri ile entegre bir metodoloji uygulanmıştır. Anket çalışması ile 278 işletmeden elde edilen veriler ile yeşil kriterlerin ağırlıklarını belirlemek için yapısal eşitlik modeli kullanılmıştır. Tedarik zinciri alternatiflerinin göreceli puanları AHP yöntemi ile hesaplanmış bu sonuçlar ile yapısal eşitlik modelinde tahmin edilen ağırlıklar birleştirilmiştir. Elde edilen göreceli puanlar ortak seçimi ve akış tahsisi için MOLP problem formülasyonu uygulanmıştır.

Scur ve Barbosa (2017), çalışmalarında gelişmekte olan ülkelerden biri olan Brezilya 'da beyaz eşya sektöründe uygulanan yeşil tedarik zinciri yönetimi uygulamalarını incelemişlerdir. Çalışmada yeşil faaliyetler kapsamında yeşil satın alma, tersine lojistik ve eko tasarım gibi kavramlar ile ilgili uzman kişiler ile derinlemesine görüşme gerçekleştirilmiştir. ISO 14001 sertifikasına sahip olan firmalar ile sahip olmayan firmalar değerlendirilmiş ve sonuç olarak söz konusu firmalar arasında büyük farklar olduğu belirlenmiştir.

Gilanlı (2018) tarafından yapılan bildiride alan yazında yapılmış olan yeşil uygulamaların etkilerini belirleyen çalışmalar özetlenmiş ve çalışmada yeşil tedarik zinciri yönetimi ve çevre duyarlılığı ile ilgili sistemler incelenmiştir. İnceleme sonucunda iki faktör arasında olumlu bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Elektrik ve elektronik sektöründeki yeşil uygulamalar diğer sektörler ile kıyaslanmış ve söz konusu sektörün, yeşil tedarik zinciri yönetimi hakkında daha fazla bilgi birikiminin olduğu belirlenmiştir.

Soyer ve Türkay (2020) ise çalışmalarında yeşil tedarikçi seçim süreçlerini belirlemeyi ve yeşil tedarikçi seçiminde kullanılabilecek kriterleri belirlemeyi hedeflemiştir. Hedefi

doğrultusunda yeni bir yeşil tedarikçi seçim karar modeli geliştirilmiş ve önemli bir pazar payına sahip olan elektrikli ev aletinin tedarikçi seçim sürecini vaka analizi yoluyla gerçekleştirmiştir.

Bhatia ve Gangwani (2021) yaptıkları çalışmada Flynn vd. (1990) tarafından önerilen yaklaşıma göre 2001 ve 2009 yılları arasında yapılan yeşil tedarik zinciri yönetimindeki 216 çalışmanın araştırma metodolojisini araştırmışlardır. Sonuçlar yeşil tedarik zinciri yönetimindeki ampirik makalelerin sayısının son yıllarda daha hızlı arttığını ortaya koymuştur. Bunun yanı sıra yeşil tedarik zinciri yönetimi performansını analiz etmek için yapılan araştırmaların hâlâ keşfedilmemiş çeşitli yönleri vardır.

Tundys ve Wisniewski (2020), Polonya ‘da yer alan 112 organik gıda firmasıyla organik ürünler için yeşil tedarik zinciri değerlendirmesi yapmıştır. Yöntem olarak ANOVA tercih edilmiştir.

Kahramanlı (2023) çalışmasında Türkiye’de elektrikli ev aletleri sektörü ve yeşil tedarik zinciri yönetimi kapsamında yapılmış 20 bilimsel çalışmayı incelemiştir. İnceleme sonucu yeşil tedarik zinciri yönetimi faaliyetlerinin farklı sektörlere de uygulanması gerektiğini tespit etmiştir.

Tablo 2.3’ de alan yazında yer alan ulusal ve uluslararası çalışmalar yer almaktadır.

Tablo 2.3

Ulusal ve Uluslararası Çalışmalar

Yazarlar / Yıl	İçerik	Yöntem
Hsu ve Hu, 2007	Bu çalışma bir elektronik işletmesinde, çevresel düzenlemeler için tehlikeli madde yönetiminin ihtiyaçlarına en uygun tedarikçi belirlemek amacıyla yapılmıştır.	ANP
Chiou, 2008	Bu çalışmada Çin ‘deki yabancı ülkelerin elektronik endüstrilerinin yeşil tedarikçi seçim probleminin çözülmesi amaçlanmıştır.	Bulanık AHP, GAP Analizleri
Yang ve Wu, 2008	Bu çalışmada elektrikli cihaz imalat işletmesinde yeşil tedarikçi seçimi yapılmıştır. Entropi ağırlığına dayanan çok seviyeli genişletilebilir sentetik değerlendirme modeli oluşturulmuştur.	Entropi
Lee vd., 2009	Bu çalışmada yeşil tedarikçilerin değerlendirilmesi için bir model önerisinde bulunmuştur. Seçilen ölçütlerin ve yeşil tedarikçilerinin performanslarının önemini değerlendirmek için hiyerarşik bir yapı hazırlamıştır.	Delphi, Bulanık AHP

Wen ve Chi, 2010	Bu çalışmada yeşil tedarikçi seçimi problemi için çevresel ve geleneksel kriterleri inceleyen bir kriter kümesi entegre bir model kullanılarak ele alınmıştır.	AHP, DEA
Kuo vd., 2010	Bu çalışmada ANN ve MADA entegre yöntemleri ile yeşil tedarikçi seçimi modeli geliştirilmek istenmiştir.	ANN-MADA, ANN-DEA, ANP-DEA
Yeh ve Chuang, 2011	Bu çalışmada yeşil iş ortağı seçimi için maliyet, zaman, ürün kalitesi ve yeşil değerlendirme kriterleri ile en uygun matematiksel planlama modeli geliştirilmek istenmiştir.	Nesnel Genetik Algoritma, Paretooptimal Çözümler
Baskaran vd., 2012	Bu çalışmada Hindistan tekstil ve giyim endüstrisindeki 63 tedarikçiyi sürdürülebilirlik kriterleri çerçevesinde değerlendirmek amaçlanmıştır.	GRA
Wu, 2013	Bu çalışmada bilgi teknolojisi endüstrisinin YTZ entegrasyonu ile yeşil yenilik arasındaki ilişkiyi araştırmak ve çevresel belirsizliğin hafifletici etkilerini analiz etmek hedeflenmiştir.	Regresyon Analizi
Madenoglu, 2019	Bu çalışmada, işletmelerin çevresel etkilerini azaltmaya yönelik yeşil tedarikçi seçim süreçlerine odaklanılmıştır. Belirsizlik içeren karar ortamlarında bulanık mantık temelli çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılarak, çevreye duyarlı ve sürdürülebilir tedarikçi tercihinin yapılması amaçlanmıştır.	Aralık-değerli sezgisel bulanık küme, entropi,
Şahin, 2021	Bu çalışmada, karar problemlerinin modelleme sürecinde kullanılan yöntemlerin sonuçlara etkisi incelenmiştir. AHS ve AAS yöntemleriyle belirlenen kriter ağırlıkları doğrultusunda, VIKOR ve TOPSIS teknikleriyle karar alternatifleri değerlendirilmiş; farklı modelleme yapılarının çözüm sürecine etkisi ortaya konmuştur.	AHP, ANP, TOPSIS, VIKOR
Yılmaz, 2022	Bu çalışmada, Türkiye’de faaliyet gösteren 22 bankanın finansal performansları, farklı α -kesim düzeylerine göre bulanık çok kriterli karar verme yöntemleriyle analiz edilmiştir. Kriter ağırlıkları bulanık Shannon Entropi yöntemiyle belirlenmiş; Bulanık TOPSIS ve Bulanık VIKOR ile performans değerlendirme yapılmıştır. Copeland yöntemi ile bütünleştirme sağlanarak α -kesim düzeylerinin karşılaştırmalı üstünlükleri incelenmiş ve yöntemler arası sıralama benzerlikleri Spearman korelasyon testi ile değerlendirilmiştir.	Bulanık Shannon Entropi, Bulanık TOPSIS, Bulanık VIKOR, Copeland, Fuzzy Shannon Entropy
Güngör, 2023	Bu çalışmada, Hindistan tekstil ve giyim endüstrisinde faaliyet gösteren 63 tedarikçi, sürdürülebilirlik kriterleri çerçevesinde ayrıntılı bir şekilde değerlendirilmiş ve sektördeki çevresel, sosyal ve ekonomik etkileri analiz edilmiştir.	CRITIC, CoCoSo.
Karataş, 2023	Bu çalışmada, Hindistan tekstil ve giyim sektöründe faaliyet gösteren 63 tedarikçi, sürdürülebilirlik kriterlerine dayalı olarak kapsamlı bir şekilde	EDAS, VIKOR

	incelenmiş ve sektördeki çevresel, sosyal ve ekonomik etkiler detaylı bir şekilde analiz edilmiştir.	
Aslan, 2023	Bu çalışmada, paslanmaz çelik sektöründe faaliyet gösteren bir kuruluş için, tedarikçi seçim süreci Veri Zarflama Analizi (DEA) ile değerlendirilmiş, en verimli tedarikçiler belirlenmiştir. Ardından, en uygun yeşil tedarikçi seçimi için Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (BAHS) ve Bulanık TOPSIS yöntemleri entegre edilerek, sektördeki çevresel, sosyal ve ekonomik etkiler detaylı bir şekilde analiz edilmiştir.	Bulanık AHP, Bulanık TOPSIS
Güntemur, 2023	Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi, Yeşil Tedarikçi Seçme ve Değerlendirme, Çok Kriterli Karar Verme, Endüstri 4.0,	Bulanık AHP, Bulanık TOPSIS

[Tablo 2.3 (Devam) *Ulusal ve Uluslararası Çalışmalar*]

2.2.3 Yeşil Tedarikçi Değerlendirme Kriterleri

Bu çalışmada yapılan kapsamlı alan yazın taraması sonucunda, yeşil tedarikçi seçiminde sıkça kullanılan kriterler incelenmiş ve literatürde öne çıkan beş ana başlık altında toplam on dokuz kriter belirlenmiştir. Belirlenen kriterler, geleneksel tedarik unsurlarının yanı sıra çevresel sürdürülebilirlik odaklı göstergeleri de içerecek şekilde yapılandırılmıştır. Bu kapsamda incelenen temel kaynaklar Tablo 2.4'te sunulmuş olup, kullanılan kriterler ve açıklamaları Tablo 2.1'de toplu biçimde gösterilmiştir. Böylece değerlendirme yapısının hem akademik temellere dayandırılması hem de uygulama açısından bütüncül bir yaklaşım sunması amaçlanmıştır. Öne çıkan bu başlıklar; kalite, hizmet, sürdürülebilirlik ve yeşil uygulamalar, firma özellikleri ile maliyet unsurlarını içermektedir. Aşağıda, bu başlıklar altında belirlenen her bir kritere ait kısa açıklamalara yer verilmektedir.

A. Kalite

K1 Ürün Kalitesi: Bu kriter, tedarikçinin sunduğu ürünlerin performans, dayanıklılık ve müşteri beklentilerini karşılama düzeyini ifade eder. Ürünlerin sektör standartlarına uygun olup olmadığı ve kalite sürekliliği bu kapsamda incelenir.

K2 Kalite Yönetim Sistemi: Bu kriter, tedarikçinin kalite yönetim sistemine (ISO 9001, ISO 14001 benzeri) sahip olup olmadığını ve bu sistem çerçevesinde süreçlerini etkin bir şekilde yönetip yönetmediğini ifade eder. Kalite güvence prosedürleri, iç denetimler ve sürekli iyileştirme çalışmaları bu başlık altında incelenir.

B. Hizmet

K3 Zamanında Teslimat Oranı: Bu kriter, tedarikçinin zamanında teslimat performansını ifade eder. Zamanında teslimat, tedarik zincirinin verimliliğini artırır, aşırı stoklama gereksinimini azaltır ve bu sayede gereksiz enerji tüketimi ve atık oluşumunu engeller. Ayrıca, sürdürülebilir lojistik ve taşıma süreçlerinin bir parçası olarak, çevresel etkilerin en aza indirilmesine yardımcı olur.

K4 Esneklik ve Kriz Yönetimi: Bu kriter, tedarikçilerin beklenmedik durumlar karşısında tedarik zincirini sürdürebilme kapasitesini ifade eder. Kriz yönetimi ve esneklik, üretim sürecinde aksaklıkların önüne geçmek, tedarik zinciri kesintilerini minimize etmek ve gerektiğinde alternatif çözümler geliştirmek için kritik öneme sahiptir. Ayrıca, esnek tedarikçiler çevresel ve ekonomik krizler karşısında sürdürülebilir ve etkin çözümler üreterek, daha sağlam bir tedarik zinciri oluştururlar.

K5 İş Birliği ve İletişim Seviyesi: Bu kriter, tedarikçi ile sürekli ve etkili iletişim kurma yeteneğini ifade eder. İyi bir iletişim ve iş birliği, tedarikçi ile sağlıklı bir ilişki kurarak, olası sorunların hızlıca çözülmesine ve daha verimli bir tedarik zinciri yönetimine olanak tanır. Ayrıca, açık iletişim süreçleri, çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için ortak çözümler üretmeyi kolaylaştırır ve uzun vadeli iş birliklerinin temelini atar.

K6 Satış Sonrası Hizmet: Bu kriter, tedarikçinin satış sonrası sunduğu hizmetin kalitesini ve müşteri memnuniyetine verdiği önemi ifade eder. Satış sonrası hizmet, tedarik zincirinde olası aksaklıkların giderilmesi ve sürdürülebilir çözümlerin sunulması açısından büyük önem taşır. Etkili satış sonrası hizmet, çevresel etkiyi azaltarak daha uzun ömürlü ürünlerin kullanımını teşvik eder ve geri dönüşüm süreçlerine katkı sağlar.

C. Sürdürülebilirlik ve Yeşil Uygulamalar

K7 Çevre Dostu Hammadde Kullanımı: Bu kriter, tedarikçinin üretim süreçlerinde çevre dostu, geri dönüştürülebilir veya yenilenebilir hammaddeler kullanarak doğal kaynakların korunmasına katkı sağlamasını ifade eder. Çevre dostu hammaddeler, üretim süreçlerinde enerji tüketimini ve atıkları azaltır, karbon ayak izini minimize eder ve tedarik zincirinin sürdürülebilirliğini artırır.

K8 Karbon Ayak İzi ve Enerji Tüketimi: Bu kriter, tedarikçinin üretim ve dağıtım süreçlerinde karbon salınımını minimize etmek için aldığı önlemleri ve enerji kullanımını

optimize etme çabalarını ifade eder. Karbon ayak izinin azaltılması, çevresel etkiyi en aza indirir ve sürdürülebilir üretim süreçlerinin temelini oluşturur. Aynı zamanda, enerji verimliliğini artırarak, işletme maliyetlerini düşürür ve tedarik zincirinin çevresel sorumluluğunu güçlendirir.

K9 Atık Yönetimi ve Geri Dönüşüm: Bu kriter, tedarikçinin üretim süreçlerinde atıkları minimize etmek, geri dönüşüm oranlarını artırmak ve atıkların çevreye olan etkisini azaltmak için geliştirdiği stratejileri ifade eder. Etkin atık yönetimi, doğal kaynakların korunmasına katkı sağlar, çevresel kirliliği azaltır ve tedarik zincirinin sürdürülebilirliğini güçlendirir. Geri dönüşüm süreçleri ise daha az hammadde kullanımı ve daha düşük enerji tüketimi sağlayarak çevresel ayak izini azaltır.

K10 Yeni Ürün ve Proses Geliştirme Kabiliyeti: Bu kriter, tedarikçinin sürdürülebilir üretim süreçlerini iyileştirmek ve yenilikçi ürünler geliştirmek için gösterdiği çabayı ifade eder. Yeni ürün ve proses geliştirme, çevresel etkiyi azaltacak ve daha verimli üretim tekniklerini benimseyecek çözümler üretmeye yönelik sürekli bir yenilik sürecini içerir. Bu, doğal kaynakların daha verimli kullanılması, atıkların azaltılması ve enerji verimliliği gibi sürdürülebilirlik hedeflerinin gerçekleştirilmesine katkı sağlar.

K11 Yeşil Lojistik: Bu kriter, tedarikçinin lojistik süreçlerinde karbon salınımını azaltmaya yönelik yeşil lojistik çözümleri benimsemesini ifade eder. Yeşil lojistik, taşıma, depolama ve dağıtım gibi süreçlerde enerji verimliliği sağlamak, karbon ayak izini düşürmek ve çevresel etkileri en aza indirmek için çevre dostu araçlar ve yöntemler kullanmayı içerir. Bu uygulamalar, tedarik zincirinin sürdürülebilirliğini artırır ve çevresel sorumluluk anlayışını güçlendirir.

K12 Alternatif Kaynak Kullanımı: Bu kriter, tedarikçinin hammadde temin süreçlerinde yalnızca geleneksel kaynaklar yerine, sürdürülebilir ve çevre dostu alternatif kaynaklara yönelmesini ifade eder. Alternatif kaynak kullanımı, doğal kaynakların korunmasına katkı sağlar ve çevresel etkileri azaltır. Bu uygulama, tedarik zincirinin çeşitlendirilmesi ve sürdürülebilirliğinin artırılması açısından büyük bir öneme sahiptir.

D. Firma

K13 Finansal Güç ve İstikrar: Bu kriter, tedarikçinin finansal gücünü ve istikrarını ifade eder. Finansal gücün yüksek olması, tedarikçinin tedarik zinciri süreçlerinde meydana gelebilecek kesintilerden veya finansal zorluklardan etkilenmeden faaliyetlerini

sürdürülebilirlik yeteneğini gösterir. Aynı zamanda, güçlü bir finansal yapı, tedarikçinin uzun vadede sürdürülebilir iş stratejileri geliştirmesini ve büyümesini destekler.

K14 Teknoloji Kullanımı ve Dijitalleşme: Bu kriter, tedarikçinin dijital teknolojileri ve yenilikçi çözümleri kullanarak iş süreçlerini iyileştirme, verimlilik artırma ve riskleri azaltma kabiliyetini ifade eder. Teknoloji kullanımı, veri analitiği, yapay zekâ ve otomasyon gibi araçlarla finansal ve stratejik riskleri daha etkili bir şekilde yönetmek mümkündür. Bu dijitalleşme, tedarikçilerin daha hızlı ve doğru kararlar almasını sağlar, piyasa değişikliklerine hızla uyum sağlamalarını destekler.

K15 Yasal Uyumluluk ve Regülasyonlar: Bu kriter, tedarikçinin tüm yasal gereklilikleri ve sektör standartlarını yerine getirme yeteneğini ifade eder. Yasal uyumluluk, tedarikçinin faaliyet gösterdiği ülkelerdeki kanunlar, çevresel düzenlemeler, iş güvenliği yasaları ve sektöre özel diğer regülasyonlara tam olarak uymasını sağlar. Bu uyumluluk, tedarikçi için hukuki riskleri azaltır ve sürdürülebilir iş süreçlerini destekler.

E. Maliyet

K16 Ürün Fiyatı: Bu kriter, tedarikçinin ürünlerinin fiyatlarının piyasa koşullarına göre rekabetçi olduğunu ve sürdürülebilir kaynaklardan temin edilen ürünlerle denge sağladığını ifade eder. Ürün fiyatı sadece ekonomik anlamda uygunluğu değil, aynı zamanda çevresel ve sosyal sorumlulukları da göz önünde bulundurarak maliyet etkinliği sağlamayı hedefler.

K17 Ödeme Vadesi Kolaylığı: Bu kriter, tedarikçinin ödeme vadeleri konusunda esneklik sağlayarak, tedarikçilerin ve alıcıların finansal süreçlerini daha verimli hale getirmesini ifade eder. Esnek ödeme vadeleri, tedarikçilerin nakit akışını iyileştirebilir ve ekonomik dalgalanmalara karşı dayanıklılığı artırabilir.

K18 İndirim Politikası: Bu kriter, tedarikçinin belirli koşullar altında, örneğin toplu alımlar veya uzun vadeli anlaşmalar durumunda, fiyatları indirme yeteneğini ifade eder. İndirim politikaları, tedarik zinciri maliyetlerini düşürmeye yardımcı olabilir ve aynı zamanda daha rekabetçi fiyatlar sunarak sürdürülebilir iş ilişkileri kurmayı hedefler.

K19 Lojistik ve Taşıma Maliyetleri: Bu kriter, tedarikçinin lojistik süreçlerini verimli bir şekilde yönetme ve taşıma maliyetlerini azaltma kabiliyetini ifade eder. Lojistik ve taşıma

maliyetlerinin optimize edilmesi, tedarik zincirinin maliyet etkinliğini artırırken, çevresel etkilerin de minimize edilmesine yardımcı olabilir.

Tablo 2.4’ de çalışmada kullanılan yeşil tedarikçi seçimine ait kriterlerin alan yazın taraması verilmiştir.

Tablo 2.4

Kriter Açıklamaları ve Alan Yazın Kaynakları

Başlıklar	Kriterler	Alan Yazın
Kalite	Ürün Kalitesi	Alişarlı, (2021); Öztürk, Paksoy, (2020); Çelik, Ustasüleyman, (2018); Adanır, (2022); Kütahyalı, (2023); Awasthi, Govindan, Gold, (2018); Büyüközkan, Çifçi, (2012); Ünver, Ayvaz, (2023); Pandey, Shah vd., (2015); Shaik, Abdul-Kader; (2011); Rouyendegh, Üstünyer, (2020);
	Kalite Yönetim Sistemi	Alişarlı, (2021); Öztürk, Paksoy, (2020); Mercan, (2020); Hou, Xie, (2019); Lee, Kang, Hsu, Hung, (2009*) ; Haeri, Rezaei, (2019); Ünver, Ayvaz, (2023); Shaik, Abdul-Kader; (2011);
Hizmet	Zamanında Teslimat Oranı	Alişarlı, (2021); Çelik, Ustasüleyman, (2018); Adanır, (2022); Hou, Xie, (2019); Haeri, Rezaei, (2019); Mardani vd., (2020); Ünver, Ayvaz, (2023); Pandey, Shah vd., (2015); Freeman, Chan, (2015); Tsui, Wen; (2012); Duan, Liu vd., (2019); Phochanikorn, Tan, (2019); Banaeian vd., (2015);
	Esneklik ve Kriz Yönetimi	Hou, Xie, (2019); Awasthi, Govindan, Gold, (2018); Büyüközkan, Çifçi, (2012); Mardani vd., (2020); Karaöz, Akyüz vd., (2019); Türkay, (2020); Pandey, Shah vd., (2015); Tsui, Wen; (2012); Shaik, Abdul-Kader; (2011); KhanMohammadi, Talaie vd., (2018);
	İş Birliği ve İletişim Seviyesi	Hou, Xie, (2019); Mardani vd., (2020); Noci, (1997); Darvishi, (2020); Tsui, Wen; (2012); Shaik, Abdul-Kader; (2011); Rouyendegh, Üstünyer, (2020); Banaeian vd., (2015);
	Satış Sonrası Hizmet	Alişarlı, (2021); Adanır, (2022); Awasthi, Govindan, Gold, (2018); Ünver, Ayvaz, (2023); Shaik, Abdul-Kader; (2011);
Sürdürülebilir ve Yeşil Uygulamalar	Çevre Dostu Hammadde Kullanımı	Freeman, Chan, (2015); Shojaie, Babaie vd., (2018); KhanMohammadi, Talaie vd., (2018); Phochanikorn, Tan, (2019); Banaeian vd., (2015);
	Karbon Ayak İzi ve Enerji Tüketimi	Mercan, (2020); Lee, Kang, Hsu, Hung, (2009*) ; Awasthi, Govindan, Gold, (2018); Türkay, (2020); Shaik, Abdul-Kader; (2011); Duan, Liu vd., (2019);
	Atık Yönetimi ve Geri Dönüşüm	Mercan, (2020); Hou, Xie, (2019); Lee, Kang, Hsu, Hung, (2009*) ; Büyüközkan, Çifçi, (2012); Türkay, (2020); Ünver, Ayvaz, (2023); Freeman, Chan, (2015); Tsui, Wen; (2012); Shaik, Abdul-Kader; (2011);

	Yeni Ürün ve Proses Geliştirme Kabiliyeti	Alişarlı, (2021); Haeri, Rezaei, (2019); Shaik, Abdul-Kader; (2011);
	Yeşil Lojistik	Jain, Singh vd., (2020); You, Zhang vd., (2020); Ardalı, (2020); Erbiyık, Kabakçı vd., (2021);
	Alternatif Kaynak Kullanımı	Hou, Xie, (2019);
Firma	Finansal Güç ve İstikrar	Hou, Xie, (2019); Tsui, Wen; (2012); Shaik, Abdul-Kader; (2011); You, Zhang vd., (2020);
	Teknoloji Kullanımı ve Dijitalleşme	Çelik, Ustasüleyman, (2018); Lee, Kang, Hsu, Hung, (2009*) ; Haeri, Rezaei, (2019); Karaöz, Akyüz vd.; (2019); Shaik, Abdul-Kader; (2011); Rouyendegh, Üstünyer, (2020); KhanMohammadi, Talaie vd., (2018);
	Yasal Uyumluluk ve Regülasyonlar	Hou, Xie, (2019); Türkay, (2020); Freeman, Chan, (2015); Shaik, Abdul-Kader; (2011);
Maliyet	Ürün Fiyatı	Alişarlı, (2021); Kütahyalı, (2023); Büyüközkan, Çifçi, (2012); Karaöz, Akyüz vd.; (2019); Pandey, Shah vd., (2015); Tsui, Wen; (2012); Shaik, Abdul-Kader; (2011); Rouyendegh, Üstünyer, (2020);
	Ödeme Vadesi Kolaylığı	Alişarlı, (2021); Adanır, (2022); Nebati, (2020);
	İndirim Politikası	Alişarlı, (2021); Ünver, Ayvaz, (2023); Shaik, Abdul-Kader; (2011); Nebati, (2020);
	Lojistik ve Taşıma Maliyetleri	Çelik, Ustasüleyman, (2018); Ünver, Ayvaz, (2023); Pandey, Shah vd., (2015); Shaik, Abdul-Kader; (2011); Duan, Liu vd., (2019);

[Tablo 2.3 (Devam) Kriter Açıklamaları ve Alan Yazın Kaynakları]

3 YÖNTEM

Bu bölümde bulanık mantık ve bulanık küme teorisine değinilmiş ve araştırmada kullanılan Bulanık SWARA ve Bulanık TOPSIS işlem adımları verilmiştir.

3.1 Bulanık Mantık ve Bulanık Küme

Günlük hayatımızda karşılaştığımız problemleri incelediğimizde, kesin bir sonucun olmadığını görürüz. Gerçek dünya evet veya hayırdan oluşmayan, belirsiz, bulanık ifadeler içermektedir. Bu durum, yaşadığımız çevrenin sürekli değişen beklentilerinden kaynaklanmakta olup, her olayın kesin kurallarla ifade edilmesini zorlaştırmaktadır. Hayatımızdaki belirsizliklerin ve değişken koşulların matematiksel modellerle ifade edilerek sistematik bir yapıya dönüştürülmesi, karar verme süreçlerini daha etkin hale getirme ihtiyacını doğurmuştur. Bu bağlamda, belirsizliği yönetmeye yönelik geliştirilen bulanık mantık, kesinlikten uzak problemlerin modellenmesini ve hesaplamaya dayalı yaklaşımlarla analiz edilmesini sağlayan önemli bir yöntem olarak öne çıkmaktadır (Sanca vd., 2022).

Geleneksel mantık sistemleri, bir olayın ya doğru ya da yanlış olduğu prensibine dayanır. Ancak gerçek hayatta çoğu durum yalnızca siyah veya beyaz olarak ifade edilemez; pek çok ara değer söz konusudur. Örneğin, hava durumunu düşündüğümüzde, “sıcak” veya “soğuk” gibi net sınıflandırmalar yerine, “ılıman”, “serin”, “çok sıcak” gibi daha geniş kapsamlı ifadeler kullanırız. Klasik mantık, bu tür belirsizlikleri dikkate almazken, bulanık mantık bu ara durumları üyelik dereceleriyle sayısal olarak tanımlayarak gerçeğe daha yakın analizler yapmayı mümkün kılar. Bulanık mantık, klasik ikili (1-0) yaklaşımlarının yerine belirsizlik durumlarını da kapsayıp analiz eden bir mantık sistemidir. 1965 yılında Zadeh tarafından geliştirilen sistem, insan düşünce yapısına uygun olup kesin olmayan ve subjektif bilgileri işlemekte kullanılır. Geleneksel mantıkta bir durum ya doğru ya da yanlıştır. Gerçek hayatta ise çoğu durumun kesinliği yoktu, ara değerler söz konusudur. Bulanık mantık bu ara değerleri sayısal verilere çeviren bir yöntemdir. Mühendislik kontrol sistemleri, akıllı kontrol sistemleri, tedarik zinciri yönetimi, çok kriterli karar verme yöntemleri gibi belirsiz veriler ile çalışan birçok alanda kullanılmaktadır. Örneğin, akıllı klima sistemleri, ortam sıcaklığına göre “biraz artır”, “çok azalt” gibi esnek komutlarla çalışarak, yalnızca aç-kapa prensibine bağlı kalmadan daha konforlu bir ortam sağlar. Benzer şekilde, tedarikçi değerlendirme süreçlerinde

bulanık mantık, kesin olmayan ve sözel verileri daha sağlıklı analiz etme imkânı sunmaktadır.

Bulanık mantık, belirsizliği yönetmek için klasik mantığın ötesine geçerek ara değerlere dayalı bir analiz sunar. Ancak, bu mantığın matematiksel olarak ifade edilmesi için uygun bir yapıya ihtiyaç duyulmaktadır. İşte bu noktada, bulanık küme teorisi devreye girer. Klasik kümeler, bir elemanın ya kümeye ait olduğunu ya da olmadığını ifade ederken, bulanık kümeler elemanların belirli bir üyelik derecesine sahip olmasına olanak tanır. Böylece, bulanık mantığın belirsizlik içeren durumları analiz etmesi mümkün hale gelir.

Bulanık kümeler, belirsizliğin ve kesin olmayan bilgilerin modellenmesini sağlayan matematiksel bir yapıdır. Klasik kümeler ile karşılaştırıldığında, bulanık kümeler daha esnek bir üyelik yapısına sahiptir ve bu sayede kesin sınırlarla ayrılmayan durumları daha doğru bir şekilde analiz edebilir. Aşağıda, bulanık kümelerin temel özellikleri sıralanmaktadır:

- Klasik mantık ile modellenemeyen, doğrusal olmayan ve sistemlerde kullanılmaktadır (Ölmez, 2010),
- Bulanık küme kavramı, sıradan kümeler için kullanılan çerçeveye paralel ancak daha genel bir kavramsal yapı sunarak, özellikle desen sınıflandırma ve bilgi işleme alanlarında geniş bir uygulama potansiyeline sahiptir (Zadeh, 1965),
- Bulanık mantık, belirsiz ve kesin olmayan bilgileri modelleyerek yaklaşık kararlar alabilen, sözel ifadeleri kurallar halinde tanımlayabilen, esnek ve anlaşılması kolay bir yapıya sahip olan bir karar mekanizmasıdır (Yalçın, 2022).

Bulanık küme teorisi, bulanık mantığın temelini oluşturan ve belirsizliklerin matematiksel olarak ifade edilmesini sağlayan bir yapıdır. Klasik kümeden farklı olarak, küme elemanlarının belirli bir dereceyle üyelik fonksiyonu kazanmasına olanak sağlayan bu teori, bulanık mantığın belirsizlik içeren durumları modelleyebilmesini mümkün kılmaktadır. Bulanık kümeler, klasik küme teorisinin yetersiz kaldığı durumlarda daha esnek bir yaklaşım sunar. Klasik kümelerde bir eleman ya kümeye tamamen aittir (1) ya da değildir (0). Ancak bulanık kümelerde, bir elemanın kümeye aitliği kademeli bir şekilde belirlenebilir ve $[0,1]$ aralığında bir üyelik derecesi ile ifade edilir. Bu bağlamda, bulanık mantık, bulanık kümelere dayanarak belirsiz ve sözel verileri işleyip karar verme süreçlerinde matematiksel olarak kesinlik kazandıran bir yöntem sunmaktadır.

Aynı zamanda lineer olmayan problemlerde etkili bir çözüm aracı olarak görülmekte ve insan etmeninin dahil olduğu uygulama alanlarında kişisel önyargıların ve belirsizliklerin söz konusu olduğu durumlarda, klasik matematiksel modellemelerden daha esnek ve güvenilir çözümler sunmaktadır. Benzer şekilde, bulanık mantık da anlaşılmasının ve uygulanmasının kolay olması, uygulama maliyetlerini düşürmesi, esnek ve kararlı yapısı, belirsiz durumları etkin şekilde yönetmesi ve güçlü çıkarım araçlarıyla az sayıda kuralla işlem yapabilmesi gibi avantajlar sunarak, özellikle karmaşık sistemlerin modellenmesinde önemli bir yer tutmaktadır (Yalçın, 2022; Sanca vd., 2022).

Bulanık kümelerin avantajları şu şekilde özetlenebilir:

- Kesin olmayan bilgileri modelleyebilme yeteneği sayesinde esnek karar destek mekanizmaları sağlar.
- Matematiksel olarak belirsizlikleri daha doğru modelleme imkânı tanır.
- İnsan yargısına dayalı sistemlerde karar alma süreçlerini destekler.
- Yapay zekâ ve veri analitiğinde geniş uygulama alanına sahiptir.

Bir U evrensel kümesi için, klasik (bulanık olmayan) mantıkta bir A kümesinin karakteristik fonksiyonu f_A , aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$f_A: U \rightarrow \{0, 1\} \quad (3.1)$$

Bu fonksiyon, bir elemanın kümeye ait olup olmadığını belirtir. Eğer x ögesi kümenin elemanı ise, $f_A(x) = 1$; aksi takdirde $f_A(x) = 0$ olur. Matematiksel olarak bu durum şu şekilde ifade edilir:

$$f_A(x) = 1, \text{ eğer } x \in A \quad (3.2)$$

$$f_A(x) = 0, \text{ eğer } x \notin A \quad (3.3)$$

Bu tanım, klasik kümelerde her elemanın ya kümeye ait olduğunu (1) ya da ait olmadığını (0) belirten kesin üyelik durumunu temsil eder. Ancak bulanık kümelerde, her elemanın kümeye aitlik durumu kesin olmayıp bir dereceye dayanır. Yani, bir eleman kümeye kısmi olarak ait olabilir. Bu sebeple, bulanık kümelerdeki üyelik fonksiyonu, $[0, 1]$ aralığında değerler alır ve bir elemanın kümeye ait olma derecesi 0 ile 1 arasında bir değeri ifade eder. Bu durum, aşağıdaki gibi tanımlanır:

$$\mu_A: U \rightarrow [0,1] \quad (3.4)$$

Burada, $\mu_A(x)$ fonksiyonu, bir elemanın kümeye aitlik derecesini belirtir. Yani, $\mu_A(x) = 1$ olduğunda eleman tamamen kümeye aittir, $\mu_A(x) = 0$ olduğunda ise hiç kümeye ait değildir. Ancak, $0 < \mu_A(x) < 1$ olduğunda, eleman kümeye kısmi olarak ait demektir. Bu özellik, özellikle bulanık mantık kullanan sistemlerin karmaşık karar mekanizmalarında etkin bir şekilde çalışmasını sağlar. Bulanık kümeler, kesin sınırlarla belirlenemeyen durumları analiz etmek için daha güçlü bir modelleme yöntemi sunar.

Bir bulanık küme, üyelik fonksiyonları ile belirli bir dereceye kadar elemanların kümeye aitliğini gösterir. Ancak, bazı bulanık kümeler, belirli bir yapıya sahip olurlar. Bu yapıya sahip kümeler, üçgen bulanık sayılar olarak adlandırılır. Üçgen bulanık sayılar, genellikle üçgen şekilli üyelik fonksiyonlarıyla tanımlanır ve bu fonksiyonların kesikli olmayan, sürekli bir yapı sunduğu için birçok uygulamada pratik bir çözüm sunar. Bir üçgen bulanık sayı $\tilde{A}$, Şekil 1’de grafik ile gösterildiği gibi üç parametre ile tanımlanır; l, m ve n, burada:

l: Üçgen bulanık sayının en küçük değeri,

m: Üçgen bulanık sayısının tepe noktası,

n: Üçgen bulanık sayısının en büyük değeri.

Bu üç parametre, üyelik fonksiyonunun şekli ve genişliği ile ilişkilidir.

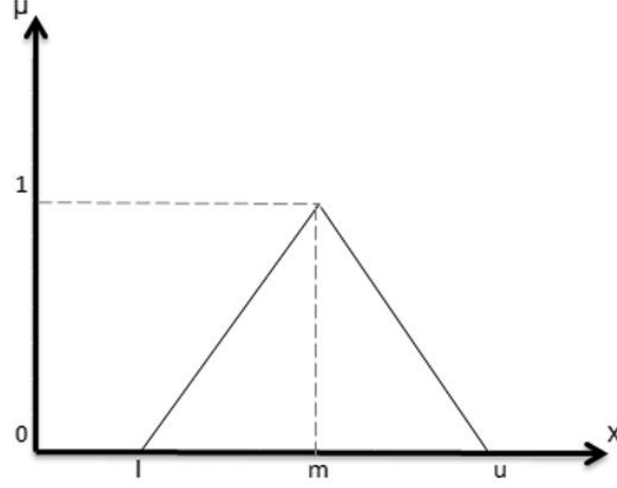
Üçgen bulanık sayılar için üyelik fonksiyonu, aşağıdaki şekilde tanımlanır:

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0 & \text{eğer } x < l \text{ veya } x > u \\ \frac{x-l}{m-l} & \text{eğer } l \leq x \leq m \\ \frac{u-x}{u-m} & \text{eğer } m \leq x \leq u \end{cases} \quad (3.5)$$

Burada, l, m ve u üçgen bulanık sayısının parametreleri olup, m parametresi en yüksek üyelik derecesini (1) alır. Bu fonksiyon, x değerine bağlı olarak, x’in üçgenin farklı bölümlerine ne kadar yakın olduğunu ifade eder. Bu yapı sayesinde, bulanık sayılar karmaşık analiz ve karar destek sistemlerinde esnek bir yapı sunar.

Şekil 3.1

Üçgen Bulanık Sayı Örneği



Kaynak: Yalçın, 2022

İki üçgen bulanık sayı $\tilde{A} = (l_1, m_1, u_1)$ ve $\tilde{B} = (l_2, m_2, u_2)$ olmak üzere iki bulanık sayının matematiksel işlemleri şu şekilde tanımlanmaktadır:

$$\tilde{A} + \tilde{B} = (l_1, m_1, u_1) + (l_2, m_2, u_2) = (l_1 + l_2, m_1 + m_2, u_1 + u_2) \quad (3.6)$$

$$\tilde{A} - \tilde{B} = (l_1, m_1, u_1) - (l_2, m_2, u_2) = (l_1 - u_2, m_1 - m_2, u_1 - l_2) \quad (3.7)$$

$$\tilde{A} \times \tilde{B} = (l_1, m_1, u_1) \times (l_2, m_2, u_2) = (l_1 l_2, m_1 m_2, u_1 u_2) \quad (3.8)$$

$$\tilde{A} / \tilde{B} = (l_1, m_1, u_1) / (l_2, m_2, u_2) = (l_1 / u_2, m_1 / m_2, u_1 / l_2) \quad (3.9)$$

İki üçgen bulanık sayı arasındaki uzaklık şu şekilde tanımlanmaktadır:

$$d(\tilde{A}, \tilde{B}) = \sqrt{\frac{1}{3}[(l_1 - l_2)^2 + (m_1 - m_2)^2 + (u_1 - u_2)^2]} \quad (3.10)$$

Elde edilen sonuçlar bulanık sayılar olduğu için, bu değerlerin belirli bir değere dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu dönüşüm işlemi, durulaştırma (defuzzification) olarak adlandırılmakta olup, bulanık değeri keskin bir değere çevirmeyi amaçlamaktadır. Bu süreç, Vertex Metodu veya Chen tarafından önerilen Yöntem 1 (3.11) ile gerçekleştirilebileceği gibi, Cheng ve arkadaşları tarafından geliştirilen COA (Center of Area) Metodu ya da Yöntem 2 (3.12) kullanılarak da uygulanabilmektedir (Chen, 2000).

$$Y_1 = \frac{(l+4m+u)}{6} \quad (3.11)$$

$$Y_2 = [(u - l) + (m - l)] \div 3 + 1 \quad (3.12)$$

3.2 Bulanık SWARA Yöntemi

SWARA (Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis) yöntemi, Keršuliene, Zavadskas ve Turskis (2010) tarafından geliştirilmiş olup, kriterlerin ve alternatiflerin dilsel değerlendirilmesi sürecinde ortaya çıkan belirsizlikleri yönetmek amacıyla kullanılan yenilikçi bir ağırlıklandırma tekniğidir. Bu yöntem, uzman görüşlerini doğrudan sürece dahil ederek, karar vericilerin öncelikli kriterlerini belirlemesine olanak tanır ve karşılaştırmalar yoluyla karmaşık sistemleri daha anlaşılır hale getirir. Bakıldığında SWARA, çevresel ve ekonomik faktörleri göz önünde bulundururken, karar vericilerin subjektif değerlendirmelerini sistematik bir çerçevede modellemeye yardımcı olur. Kriter ağırlıklarının belirlenmesinde uzmanların bilgi ve deneyimleri önemli bir rol oynar (Bayramoğlu, 2022). Bu yönüyle SWARA, karar verme süreçlerinde esneklik sağlayarak çok kriterli problemlerin çözümünde etkili bir araç sunmaktadır. Ancak gerçek dünyadaki karar verme süreçleri çoğu zaman kesin olmayan dilsel bilgiler ile yürütüldüğünden SWARA yöntemi yetersiz kalmıştır. Özellikle uzman görüşlerine dayalı karar verme süreçlerinde, kişisel yargıların kesin sınırlarla belirlenmesi her zaman mümkün olmayabilir. Bunun üzerine Zarbakhshnia ve diğ. (2017) klasik yöntemi bulanık mantık teorisi ile genişletilerek bulanık SWARA yöntemini geliştirmeyi amaçlamıştır (Bayramoğlu, 2022). Bulanık SWARA, karar vericilere önem derecelerini tek bir sayıya indirmek yerine, belirli bir aralık içinde ifade etme olanağı sunarak bireysel farklılıkları ve değerlendirme sürecindeki belirsizlikleri minimize eder. Böylece, elde edilen ağırlık değerleri daha tutarlı ve güvenilir hale gelir. Bulanık SWARA'nın temel farkı, uzman görüşlerindeki belirsizliği daha iyi temsil edebilmesi ve klasik SWARA yönteminin gerektirdiği katı karşılaştırmalardan kaçınarak daha esnek bir yapı sunmasıdır. Bu sayede, karar vericiler subjektif değerlendirmelerini daha doğru bir şekilde ifade edebilirler.

Bulanık SWARA yönteminin aşamaları aşağıda sırasıyla gösterilmiştir (Karaca vd., 2025):

1. İşlem Adımı: İlk olarak problemin tanımlanması ve hedef için etkili olabilecek kriterlerin belirlenmesi gerekmektedir. Kararlaştırılan kriterler arasında önem derecelerini belirleyecek alanında uzman grubun oluşturulması gerekmektedir.

2. İşlem Adımı: Belirlenen uzman kişilerin kararlaştırılmış kriterleri önem sırasına göre sıralaması istenir. Değerlendiren kişiler en önemli kriteri ilk sıraya en önemsiz gördüklerini ise son sıraya koyacak şekilde yerleştirme yapılır.

3. İşlem Adımı: İkinci kriterden itibaren her kriter (j), kendisinden bir önceki kriter (j-1) ile kıyaslanarak, Tablo 1’ de belirtilen ölçeğe göre görece önem dereceleri belirlenir. Değerlendirme sürecinde alanında uzman profesyoneller, bulanık dilsel ifadeleri kullanarak değer yargılarını ifade eder. Eğer birden fazla değerlendirici bulunuyorsa, kıyaslanmış önem değerleri geometrik ortalama alınarak hesaplanır. Böylece, değerlendiriciler bulanık sayılar aracılığıyla görece önem derecelerini belirler ve aynı kriter için birden fazla karar oluşturabilme imkânı elde eder. Bu aşama, ortalama değer karşılaştırmalı önemi olarak ifade edilmekte olup, s_j sembolü ile gösterilmektedir.

Tablo 3.1

Bulanık SWARA için Üçgen Bulanık Sayılar (Triangle Fuzzy Numbers for Fuzzy SWARA)

Dilsel Değişkenler	Bulanık Sayı Karşılığı (l, m, u)
Eşit Önemli (EÖ)	(1, 1, 1)
Kısmen Daha Az Önemli (KDAÖ)	(2/3, 1, 3/2)
Az Önemli (AÖ)	(2/5, 1/2, 2/3)
Çok Az Önemli (ÇAÖ)	(2/7, 1/3, 2/5)
Kesinlikle Çok Az Önemli (KÇAÖ)	(2/9, 1/4, 2/7)

Kaynak: Chang (1996).

4. İşlem Adımı: Bu aşamada, katsayı değeri (k_j), aşağıda Eşitlik 1 ile gösterilen hesaplama formülü kullanılarak belirlenir. Kriterler arasındaki en üst ve en önemli kriter için başlangıç değeri olarak 1 atanır.

$$k_j = \begin{cases} 1 & j = 1 \\ s_j + 1 & j > 1 \end{cases} \quad (3.14)$$

5. İşlem Adımı: Daha sonra, önem vektörünün hesaplanması gerekmektedir. Bu hesaplama, aşağıda Eşitlik 2 ile verilen formül kullanılarak gerçekleştirilir. Burada, x_j ifadesi $q_j - 1$ değerine karşılık gelmektedir.

$$\hat{q}_j = \begin{cases} 1 \sim & j = 1 \\ \frac{\tilde{x}_{j-1}}{k_j} & j > 1 \end{cases} \quad (3.15)$$

6. İşlem Adımı: Kriterlere ait bulanık ağırlık değerlerinin (w_j) hesaplanması gerekmektedir ve bu hesaplama, aşağıda Eşitlik 3 ile verilen formül kullanılarak gerçekleştirilir.

$$\tilde{W}_j = \frac{\tilde{q}_j}{\sum_{k=1}^n \tilde{q}_k} \quad (3.16)$$

7. İşlem Adımı: Son aşama, nihai ağırlıkların tespit edilmesini içermektedir. Hesaplanan ağırlıklar bulanık bir yapıda olduğundan, bu değerlerin kesin (crisp) değerlere dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu işlem, aşağıda verilen Eşitlik 4 kullanılarak gerçekleştirilen durulaştırma (defuzzification) yöntemi ile yapılmaktadır.

$$W_j = \frac{(w_j^u - w_j^l) + (w_j^m - w_j^l)}{3} + w_j^l \quad (3.17)$$

3.3 Bulanık TOPSIS Yöntemi

ÇKKV problemlerinde en uygun seçeneği belirlemek için geliştirilen yöntemlerden biri olan TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution), 1981 yılında Hwang ve Yoon tarafından önerilmiştir. Bu yöntemin temel prensibi, en iyi alternatifin pozitif ideal çözüme en yakın ve negatif ideal çözüme en uzak olan seçenek olmasıdır. Yöntem, karar vericilerin belirlediği kriterler doğrultusunda her bir alternatifin pozitif ve negatif ideal çözümlere olan mesafesini hesaplar ve göreceli yakınlık değerini (RC) kullanarak en uygun seçeneği belirler. Pozitif ideal çözüm, fayda kriterlerini maksimize eden ve maliyet kriterlerini minimize eden alternatiflerden oluşurken, negatif ideal çözüm bunun tersidir. TOPSIS'in sezgisel, anlaşılır ve kolay uygulanabilir olması, tedarikçi seçimi, yatırım kararları ve mühendislik uygulamaları gibi geniş bir yelpazede kullanımını sağlamaktadır (Yıldız, 2013).

TOPSIS yöntemi diğer karar verme tekniklerine kıyasla matematiksel modeller ve çözülmesi güç algoritmalar içermediğinden daha basit ve anlaşılır tekniktir. Bu nedenle mühendislik, üretim sistemleri, pazarlama, işletme, tedarik zinciri gibi çeşitli alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Erdoğan, 2018).

İnsan yargılarının belirsizliği ve kesin verilere dayandırılmaması doğru modelleme ve seçim yapmayı zorlaştırmaktadır. Bu sebeple, bulanık mantık yaklaşımları klasik TOPSIS

ile bir araya getirilerek sayısal veriler yerine dilsel ifadelerin kullanıldığı insan yargılarının daha doğru bir şekilde yansıtıldığı Bulanık TOPSIS yöntemi ortaya çıkarılmıştır. Öncelikli olarak seçim konusu alternatifler, alternatiflerin değerlendireceği kriterler ve kriterlerin önem derecesini belirleyecek alanında uzman karar vericiler belirlenir. Karar vericiler alternatifleri değerlendirirken yöntemin temel özelliği olan dilsel ifadeleri kullanır. Bu ifadeler, üçgen ya da yamuk bulanık sayılara dönüştürülerek alternatiflerin yakınlık katsayıları hesaplanır ve sıralama yapılır. Bulanık TOPSIS yöntemi, özellikle belirsizliklerin olduğu ve karar vericilerin yargılarının değişkenlik gösterdiği durumlarda daha doğru grup kararları alınmasına olanak tanır. Karar kriterlerinin farklı ağırlıklara sahip olması, bu yöntem için temel bir özelliktir (Erdoğan, 2018).

Klasik TOPSIS yöntemi, karar vericilerin değerlendirmelerini doğrudan nicel verilere dayandırmasını gerektiren bir matematiksel yaklaşım sunmaktadır. Ancak, gerçek dünya problemlerinde karar vericilerin subjektif yargıları ve belirsizlikler sıklıkla karşılaşılan durumlardır. Bu noktada, bulanık mantık ile geliştirilen bulanık TOPSIS yöntemi, klasik yöntemin sunduğu yapıyı genişleterek daha esnek ve belirsizlikleri yönetebilen bir model sunmaktadır (Chen, 2000). Bulanık TOPSIS yöntemi ise özellikle belirsizlik içeren ve kesin yargılarla ifade edilmesi zor olan problemlerde etkili bir karar destek aracı olarak öne çıkmaktadır. Bu yöntemde, alternatifler ve kriter ağırlıkları bulanık sayılar kullanılarak ifade edilir, böylece karar vericilerin değerlendirmelerini belirli bir aralık içinde esneklikle yapabilmesine olanak tanır. Belirsizliğin daha iyi yönetilmesi, karar sürecinde uzmanların sezgisel bilgilerini daha etkili bir şekilde kullanmalarını sağlarken, subjektif değerlendirmeleri de minimize eder. Ayrıca, klasik TOPSIS yöntemine kıyasla bulanık mantık yaklaşımının eklenmesi, alternatiflerin değerlendirilmesini daha gerçekçi ve güvenilir hale getirmektedir.

Bulanık TOPSIS, dilsel değişkenlerle yapılan değerlendirmeleri sayısal verilere dönüştüren bir karar verme aracıdır. Bu araçta yakınlık katsayıları 0 ile 1 arasında bir değere sahiptir ve bu değer yüksekliği, adayın seçilme olasılığını artırır. Dilsel değişkenler, günlük dilde kullanılan kelimelerden oluşur ve genellikle sayısal verilere göre daha belirsizdir. Sözel değişkenler, kesin verilerin yeterli olmadığı ve karmaşık sistemlerin tanımlanması gerektiği durumlarda tercih edilir. Bireysel tercihler ve kararlar genellikle belirsizdir ve bu yüzden sözel ifadeler daha açıklayıcı olabilir. Bu sebeple,

kriterlerin dereceleri ve ağırlıkları çoğunlukla sözel ifadelerle açıklanır. Bu yöntemle, karar vericiler karar kriterlerinin önem derecelerini subjektif bir şekilde değerlendirirler. Ardından, alternatifler karar kriterlerine göre değerlendirilir. Son aşamada, dilsel ifadeler üçgen ya da yamuk bulanık sayılara dönüştürülerek hesaplamalar yapılır (Atalay, 2024). Chen (2000) göre Bulanık TOPSIS'in temel prensibi, alternatiflerin Bulanık Pozitif İdeal Çözüme (BPİÇ) en yakın, Bulanık Negatif İdeal Çözüme (BNİÇ) ise en uzak mesafede olmasıdır. BPİÇ, her kriter için ideal sonucu temsil ederken, BNİÇ her kriter için en kötü sonucu temsil eder. Bu mesafeler, alternatiflerin performanslarını değerlendirmede kullanılır. (Erdebilli, 2013).

Bulanık TOPSIS yönteminin bir diğer önemli özelliği de karar kriterlerinin farklı ağırlıklara sahip olabilmesidir. Bu özellik sayesinde, alternatifler farklı kriterlerin performans ölçütlerine göre daha dengeli ve objektif bir şekilde sıralanabilir ve seçilebilir (Güler, 2024)

Bulanık TOPSIS 'in avantajları arasında, belirsizlik yönetiminin yanı sıra esneklik, kullanım kolaylığı ve hız gibi faktörler öne çıkmaktadır. Farklı fiyatlar ve alternatifler arasında esnek değerlendirme imkânı sunan yöntem, kriterlerin ağırlıklarını ve önem derecelerini bulanık sayılar ile ifade ederek karar verme sürecine daha fazla uyum sağlar. Aynı zamanda, yöntem büyük veri setlerinde bile hızlı bir şekilde uygulanabilmekte ve hesaplama sürecinin etkinliği sayesinde özellikle zaman kısıtlaması olan durumlarda büyük bir avantaj sağlamaktadır. Uygulama alanlarının genişliği de yöntemin güçlü yönlerinden biridir. Tedarik zinciri yönetimi, finans, mühendislik ve sağlık hizmetleri gibi pek çok farklı alanda kullanılan Bulanık TOPSIS, karmaşık karar süreçlerinde güvenilir ve esnek bir çözüm sunmaktadır.

Bulanık TOPSIS yönteminde bahsedilen alternatiflerin değerlendirilmesi ve kriterlerin ağırlıklandırılmasında kullanılan dilsel ifadeler için üçgensel bulanık sayı karşılıkları Tablo 3.2' de verilmiştir.

Tablo 3.2*Karar Kriterleri Sözel İfadeler ve Üçgen Bulanık Sayı Karşılıkları*

Sözel İfadeler	Bulanık Sayı Karşılıkları
Kesinlikle Katılıyorum	(1, 1, 3)
Katılıyorum	(1, 3, 5)
Kararsızım	(3, 5, 7)
Katılmıyorum	(5, 7, 9)
Kesinlikle Katılmıyorum	(7, 9, 10)

Kaynak: Güler, 2024

İşlem Adımları

1. İşlem Adımı: Karar Vericilerin Belirlenmesi ve Karar Kriterlerinin Belirlenmesi

Karar verme sürecinin ilk adımı olarak, m tane alternatifin n tane seçim kriterine göre değerlendirilmesi gerçekleştirilir. Alternatifler ve seçim kriterleri belirli matematiksel eşitliklerle ifade edilebilmektedir. Bu kapsamda, karar vericilerden oluşan bir jüri veya grup oluşturulur ve hangi kriterlerin kullanılacağı belirlenir. Bu kriterler, değerlendirme sürecinde kullanılacak ölçütleri temsil eder.

Karar vericiler, belirlenen kriterlerin göreceli önemlerini belirlemek amacıyla dilsel değişkenler kullanarak ağırlık vektörünü ve karar matrisini oluşturur. Ağırlık vektörü, ilgili matematiksel ifadeler doğrultusunda tanımlanırken, karar matrisi de seçim kriterlerine göre alternatiflerin fayda derecelerini göstermektedir. Verilen ağırlık vektörü ve karar matrisi doğrultusunda, alternatifler belirlenen kriterlere uygun şekilde sıralanır.

Modelde yer alan her bir kriter için, bağlı olduğu alt kriterler doğrultusunda ağırlık hesaplamaları yapılır. Üçgensel sayıların kullanılması nedeniyle, hesaplanan ağırlıklar da üçgensel sayı formunda ifade edilmektedir. Bu sürecin sonunda, her bir kriterin alternatiflere göre değerlendirilmesiyle karar matrisi oluşturulur. Karar matrisi içerisinde, her bir kriter tüm alternatifler açısından değerlendirilirken, alt kriterlerin etkileri de dikkate alınarak kapsamlı bir analiz sağlanır.

Seçim kriterleri ve alternatiflerin belirlenmesi, karar vericilerin oluşturduğu grubun temel görevlerinden biridir. Bu aşama, karar verme sürecinin temelini oluşturur ve

değerlendirme süreçlerinin tutarlılığını sağlamak için kritik bir rol oynar. Sonuç olarak, belirlenen ağırlık vektörü ve karar matrisi aracılığıyla, problemin hedeflenen çıktısına ulaşmak için alternatifler arasında en uygun sıralama elde edilir.

2. İşlem Adımı: Kriterlerin Önem Ağırlıklarının Belirlenmesi

Karar vericiler, belirlenen kriterleri ve alternatifleri dilsel değişkenlerle değerlendirirler. Bu değerlendirme sırasında, her bir kriter için "düşük", "orta" ve "yüksek" gibi terimler kullanılarak, kriterlerin göreceli önem dereceleri belirlenir. Karar vericiler, kriterlerin önem sıralamasını yaparken dilsel değişkenler kullanır ve bu terimler üçgen bulanık sayılara dönüştürülür (l, m, u). Bu şekilde, kriterlerin önem dereceleri belirlenmiş olur ve süreç daha yapılandırılmış hale gelir.

3. İşlem Adımı: Kriterler ile Alternatifler Arasındaki İlişki Derecesinin Belirlenmesi

Bu aşamada, dilsel değişkenler yardımıyla her bir kriter ile her bir alternatif arasındaki ilişki derecesi belirlenir. Bu ilişki dereceleri, üçgen üyelik fonksiyonları kullanılarak bulanık karar matrisi (D) olarak ifade edilir. Karar matrisindeki her bir hücre, kriter ve alternatifin ilişki derecesini bulanık bir sayı olarak gösterir. Değerlendirme sonucunda elde edilen dilsel değişkenler, üçgen bulanık sayılara dönüştürülerek, kriterlerin önem ağırlıkları ve adayların kriter değerleri belirlenir. Bu sayede, alternatiflerin her bir kriterle olan ilişkisi daha net bir şekilde ortaya konur.

4. İşlem Adımı: Bulanık Karar Matrisi ve Normalizasyonunun Hesaplanması

Öncelikle her bir adayın her bir kriter için aldığı değerlendirme sonucu kullanılarak bulanık karar matrisi (D) oluşturulur. Bu matris, alternatiflerin kriterlere göre değerlendirilmesini bulanık sayılarla ifade eder. Aynı zamanda, her bir kriterin göreceli önem derecelerini içeren bulanık ağırlıklar matrisi de oluşturulur.

Ardından, karar sürecinde daha sağlıklı karşılaştırmalar yapabilmek için bulanık karar matrisi normalize edilir ve normalize edilmiş bulanık karar matrisi (R) elde edilir. Normalizasyon işlemi sırasında, kriterin doğasına göre farklı yöntemler uygulanır:

- Eğer kriter fayda (maksimizasyon) kriteri ise, ilgili sütundaki her bir değer en büyük değere bölünerek normalize edilir.
- Eğer kriter maliyet (minimizasyon) kriteri ise, her bir değer sütundaki en küçük değere bölünerek normalize edilir.

Bu şekilde normalize edilen bulanık karar matrisi, kriterlerin farklı ölçeklerdeki etkilerini dengeleyerek, daha karşılaştırılabilir hale getirir ve karar sürecine sağlıklı bir zemin sağlar.

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (3.18)$$

$$\begin{array}{cccc} C_1 & C_2 & \dots & C_n \\ A_1 & [\tilde{r}_{11} & \tilde{r}_{12} & \dots & \tilde{r}_{1n}] \\ \tilde{R} = A_2 & [\tilde{r}_{21} & \tilde{r}_{22} & \dots & \tilde{r}_{2n}] \\ \vdots & \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ A_m & [\tilde{r}_{m1} & \tilde{r}_{m2} & \dots & \tilde{r}_{mn}] \end{array} \quad (3.19)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_{ij}}{c_j^+}, \frac{b_{ij}}{c_j^+}, \frac{c_{ij}}{c_j^+} \right) \quad (3.20)$$

$$\tilde{r}_{ij} = \left(\frac{a_j^-}{c_{ij}}, \frac{a_j^-}{b_{ij}}, \frac{a_j^-}{a_{ij}} \right) \quad (3.21)$$

Eğer kriter en büyüklenmek isteniyorsa; $c_{ij}^+ = \max_i c_{ij}$

Eğer kriter en küçüklenmek isteniyorsa; $a_j^- = \min_i a_{ij}$

5. İşlem Adımı: Ağırlıklandırılmış Normalize Bulanık Karar Matrisinin Oluşturulması

Daha önce oluşturulan normalize edilmiş bulanık karar matrisi, kriterlerin önem derecelerini yansıtan bulanık ağırlık vektörü ile çarpılır. Bu işlem sonucunda, her bir adayın kriterler karşısındaki performansını hem standardize eden hem de kriterlerin göreceli önemlerini dikkate alan ağırlıklandırılmış normalize bulanık karar matrisi ($\tilde{V}$) elde edilir.

Bu matris, alternatiflerin her bir kriter altındaki değerlendirmelerinin hem normalize edilmiş hem de ağırlıklandırılmış halini yansıttığı için karar vericilerin daha bütüncül ve hassas bir karşılaştırma yapmasına olanak tanır.

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij} \otimes \tilde{w}_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (3.22)$$

$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n} \quad (3.23)$$

$$\tilde{V} = \begin{matrix} & C_1 & C_2 & \cdots & C_n \\ \begin{matrix} A_1 \\ A_2 \\ \vdots \\ A_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} w_1 \tilde{r}_{11} & w_2 \tilde{r}_{12} & \cdots & w_n \tilde{r}_{1n} \\ w_1 \tilde{r}_{21} & w_2 \tilde{r}_{22} & \cdots & w_n \tilde{r}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ w_1 \tilde{r}_{m1} & w_2 \tilde{r}_{m2} & \cdots & w_n \tilde{r}_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix} \quad (3.24)$$

6. İşlem Adımı: Ağırlıklı Normalize Edilmiş Bulanık Karar Matrisi ve İdeal Çözümlerin Belirlenmesi

Kriterlerin önem derecelerini yansıtan ağırlık vektörü ile normalize edilmiş bulanık karar matrisi çarpılarak, ağırlıklı normalize edilmiş bulanık karar matrisi elde edilir. Bu matris, her bir alternatife, kriterler bazında ağırlıklı ve standardize edilmiş performansını ortaya koyar.

Devamında, bu matris üzerinden her bir kriter için iki referans değeri belirlenir:

- Bulanık Pozitif İdeal Çözüm (A^+): Alternatifler arasındaki en iyi (tercih edilen) değerlere karşılık gelir.
- Bulanık Negatif İdeal Çözüm (A^-): Alternatifler arasındaki en kötü (tercih edilmeyen) değerlere karşılık gelir.

Bu ideal çözümler, alternatiflerin ne derece tercih edilen bir noktaya yakın olduğunu ya da uzaklaştığını analiz etmek için temel oluşturur.

$$(A^+) = (\tilde{v}_1^+, \tilde{v}_2^+, \dots, \tilde{v}_n^+) \quad (3.25)$$

$$(A^-) = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_n^-) \quad (3.26)$$

$$v_j^+ = (1,1,1) \text{ ve } v_j^- = (0,0,0), j = 1,2,\dots,n \text{ olarak kabul edilir.} \quad (3.27)$$

7. İşlem Adımı: Bulanık İdeal Çözümlerin Belirlenmesi ve Uzaklıkların Hesaplanması

Alternatiflerin değerlendirilmesinde referans noktaları olarak kullanılacak olan BPİÇ ve BNİÇ belirlenir.

- BPİÇ, her bir kriter için en iyi performansı temsil eden alternatiflerin bulanık değerlerinden oluşur.
- BNİÇ ise, her kriter açısından en zayıf performansı gösteren alternatiflerin bulanık değerlerini içerir.

İdeal çözümlerin belirlenmesinin ardından, her bir alternatifin bu iki referans değere olan uzaklığı hesaplanır. Bu uzaklıklar, alternatifin ne derece ideal çözümlere yakın olduğunu göstererek nihai sıralama sürecinin temelini oluşturur.

$$d_i^+ = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_{ij}^+) = \sum_{j=1}^n \sqrt{\frac{1}{3}[(l_{ij} - l_j^+)^2 + (m_{ij} - m_j^+)^2 + (u_{ij} - u_j^+)^2]} \quad (3.28)$$

$$d_j^- = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_{ij}^-) = \sum_{j=1}^n \sqrt{\frac{1}{3}[(l_{ij} - l_j^-)^2 + (m_{ij} - m_j^-)^2 + (u_{ij} - u_j^-)^2]} \quad (3.29)$$

8. İşlem Adımı: Alternatiflerin İdeal Çözümlere Olan Uzaklıklarının ve Yakınlık Katsayılarının Hesaplanması

Her bir alternatifin BPİÇ ve BNİÇ noktalarına olan uzaklıkları hesaplanır. Bu hesaplama, alternatiflerin ideal çözümlere olan yakınlık düzeylerini belirlemek amacıyla yapılır ve karar verme sürecinde kritik bir rol oynar.

Ardından, her bir alternatif için yakınlık katsayısı (C_i) hesaplanır. Bu katsayı, bir alternatifin BPİÇ'e olan yakınlığı ile BNİÇ'e olan uzaklığının birlikte değerlendirilmesiyle elde edilir. Elde edilen C_i değerleri, alternatiflerin göreceli üstünlüklerine göre sıralanmasına olanak tanır.

$$C_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} \quad C_i \in [0,1] \quad (3.30)$$

9. İşlem Adımı: Yakınlık Katsayısına Göre Alternatiflerin Sıralanması

Sürecin son adımında, her alternatif için daha önce hesaplanan yakınlık katsayıları (C_i) dikkate alınarak alternatiflerin tercih sıralaması oluşturulur. Bu katsayılar, her alternatifin BPİÇ noktasına ne kadar yakın, BNİÇ noktasına ise ne kadar uzak olduğunu yansıtır.

Yakınlık katsayısı yüksek olan alternatifler, karar verme sürecinde daha öncelikli ve tercih edilir olarak değerlendirilir. Böylece, tüm alternatifler, elde edilen katsayılar göre en uygun olandan en az uygun olana doğru sıralanır.

4 UYGULAMA

Bu bölümde araştırma problemi, bulanık SWARA yöntemi ile yeşil tedarikçi seçim kriterlerinin göreceli önem dereceleri ve bulanık TOPSIS yöntemi ile tedarikçilerin performans sıralaması yer almaktadır.

4.1 Araştırma Problemi

Bu araştırmanın amacı, işletmelerin yeşil tedarikçi seçiminde çevresel, ekonomik ve sosyal kriterleri bir bütün olarak değerlendirmelerini sağlamak ve bu bağlamda karar vericilere yardımcı olacak çok kriterli bir model önerisi sunmaktır. Çalışma, yapı kimyasalları sektöründe faaliyet gösteren, üretim ve tedarik süreçlerinde çevresel sürdürülebilirlik uygulamalarına yer veren bir işletme özelinde gerçekleştirilmiştir. İzmir’de konumlanan bu işletme, inşaat sektörüne yönelik yapıştırıcı ve kaplama ürünleri üretmekte olup çeşitli hammaddelerin tedarikinde hem yerli hem de yabancı tedarikçilerle iş birliği yapmaktadır.

Yapı kimyasalları sektörü, üretim süreçlerinde yüksek miktarda enerji ve hammadde tüketen, aynı zamanda doğrudan çevreyle etkileşimde bulunan yapısı nedeniyle sürdürülebilirlik politikalarının merkezinde yer almaktadır. Bu sektörde kullanılan malzemelerin kimyasal içerikleri, üretim esnasında oluşan atıklar ve taşımacılık faaliyetleri çevresel etkilerin kontrol altına alınmasını zorunlu kılmaktadır. Bu doğrultuda, Avrupa Birliği tarafından 2019 yılında ilan edilen Yeşil Mutabakat kapsamında karbon salımının azaltılması, kaynak verimliliğinin artırılması ve döngüsel ekonomiye geçiş gibi hedefler belirlenmiş; Türkiye de bu sürece uyum sağlamak amacıyla 2021 yılında Yeşil Mutabakat Eylem Planı’nı yayımlayarak üretim ve tedarik zincirlerinde sürdürülebilirlik odaklı dönüşümleri desteklemeye başlamıştır. Yapı kimyasalları gibi teknik uyum ve mevzuat hassasiyeti gerektiren sektörlerde, tedarikçilerin çevre mevzuatına uygunluk, geri dönüşüm altyapısı, alternatif hammadde kullanımı ve enerji verimliliği gibi alanlarda yeterliliğe sahip olması hem yasal uyum hem de kurumsal sürdürülebilirlik açısından kritik bir gereklilik hâline gelmiştir.

Bu bağlamda yalnızca kalite ve maliyet gibi geleneksel performans göstergeleri değil, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik, dijitalleşme, kurumsal yapı ve yasal uygunluk gibi çok sayıda parametre de tedarikçi değerlendirme süreçlerinde belirleyici hâle gelmiştir. Bu çerçevede yürütülen çalışmada, söz konusu işletmenin yaklaşık 1300 tedarikçisi arasından en fazla alım gerçekleştirdiği beş tedarikçi örneklem olarak

seçilmiştir. Bu tercih, değerlendirme sürecinin hem uygulanabilir hem de stratejik açıdan en etkili sonuçları verebilmesi amacıyla yapılmıştır. Analiz kapsamında kriterlerin görece önem derecelerinin belirlenmesi ve tedarikçilerin performanslarının çok kriterli karar verme teknikleriyle değerlendirilmesi, işletmenin farklı departmanlarında görev yapan dört karar vericinin uzman görüşlerine dayalı olarak gerçekleştirilmiştir. Karar vericilere ilişkin tanımlayıcı bilgiler Tablo 4.1’de sunulmaktadır.

Tablo 4.1

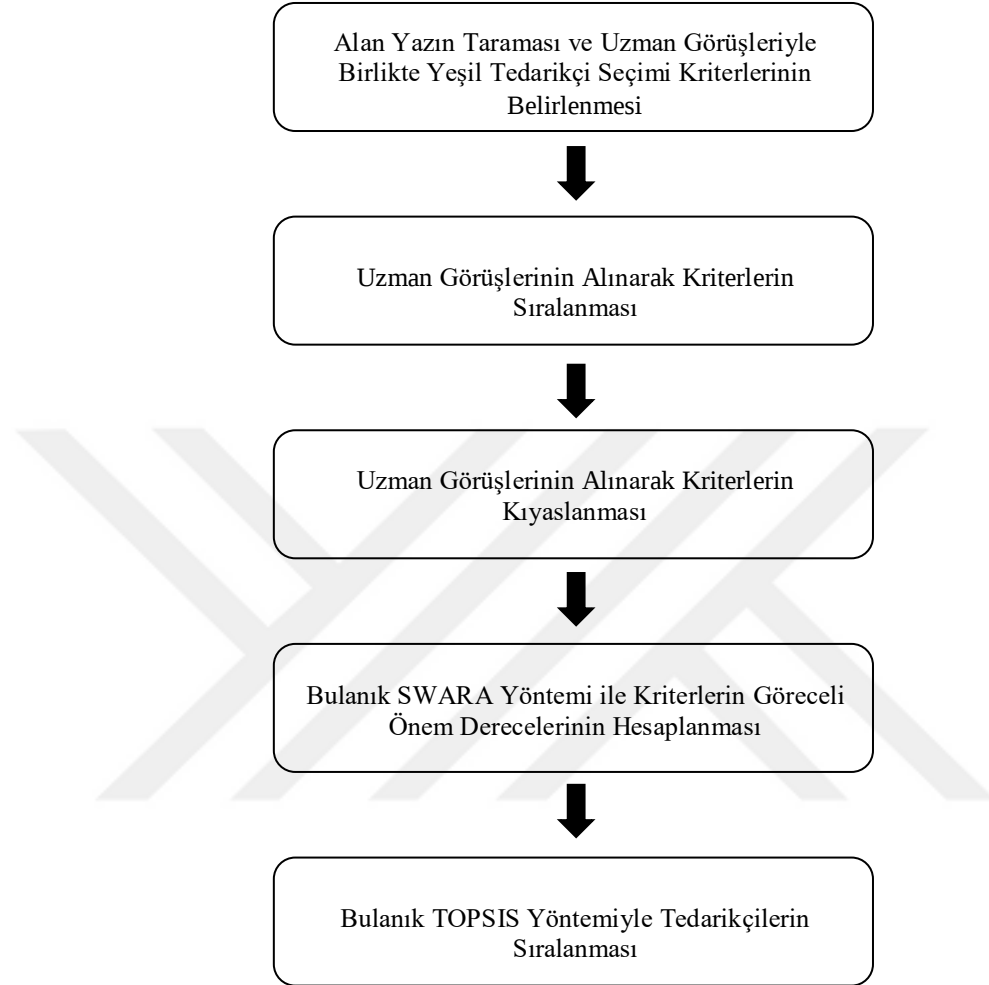
Karar Verici Bilgileri

	KV1	KV2	KV3	KV4
İşletmedeki Çalışma Yılı	27	9	4	12
Uzmanlık Alanı	Tedarik Zinciri	Planlama Sorumlusu	Planlama	Satınalma
Uzmanlık Alanındaki Çalışma Süresi	26	5	10	29
Departman	Lojistik ve Satınalma	Üretim ve Malzeme Planlama	Planlama	Satınalma

Yeşil tedarikçi seçimine ait araştırmanın akış şeması Şekil 4.1’ de ifade gösterilmiştir.

Şekil 4.1

Yeşil Tedarikçi Seçimi

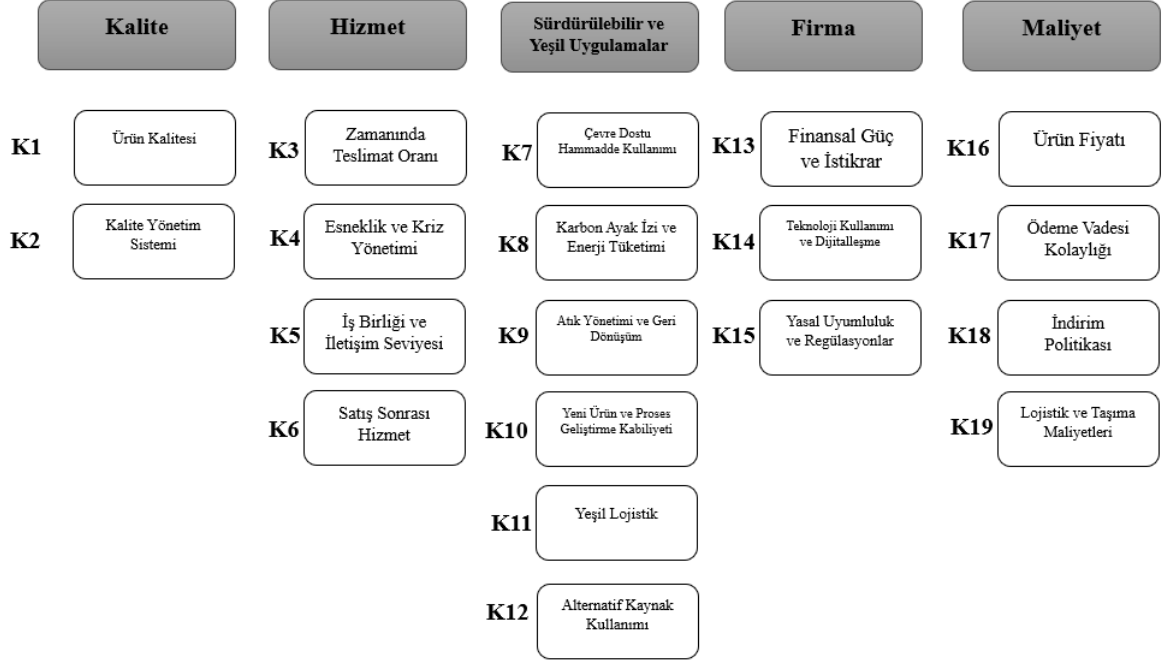


Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Kriterler, ilgili alan yazında yer alan benzer çalışmalardan yola çıkılarak oluşturulmuştur. Ayrıca, işletme ile yapılan ön değerlendirme görüşmelerinde, alan yazında yer alan kriterlerin işletme bağlamında uygulanabilirliği değerlendirilmiş ve doğrudan uzmanlara sunulmak üzere görüşme formu haline getirilmiştir. Bu yöntemle, kriterlerin sektörel bağlamda gerçekçi, firma ölçeğine uygun ve karar vericiler tarafından değerlendirilebilir olması amaçlanmıştır. Araştırmada kullanılan kriterler Şekil 4.2’ de gösterilmektedir.

Şekil 4.2

Yeşil Tedarikçi Seçim Kriterleri



Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

Kriterlerin önem derecelerinin belirlenmesinde ve tedarikçilerin performanslarının değerlendirilmesinde, Ek 1’de yer alan görüşme formu aracılığıyla karar vericilerin görüşleri alınmıştır.

Elde edilen veriler, analiz sürecinde Bulanık ÇKKV tekniklerinden faydalanılarak değerlendirilmiştir. Öncelikle, kriter ağırlıklarının belirlenmesi amacıyla Bulanık SWARA yöntemi ve tedarikçilerin performanslarına göre sıralanmasında Bulanık TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Tüm hesaplamalar Microsoft Excel ortamında gerçekleştirilmiştir.

4.1 Bulanık SWARA Yöntemiyle Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

Bu bölümde, bulanık SWARA yöntemi uygulanarak belirlenen kriterlerin ağırlıkları hesaplanmıştır. İlk olarak, dört karar vericiden (KV1, KV2, KV3 ve KV4) kriterleri önem düzeyine göre sıralamaları istenmiş, ardından bu sıralamalar üzerinden ortalamalar ve nihai sıralamalar elde edilmiştir. İlgili veriler Tablo 4.2’ de sunulmaktadır:

Tablo 4.2*Kriter Sıralama*

KRİTER	KV1	KV2	KV3	KV4	ORTALAMA	SIRALAMA
K1	9	6	3	4	5,5	4
K2	8	5	14	3	7,5	3
K3	1	1	2	1	1,25	1
K4	2	3	1	2	2	2
K5	3	4	6	12	6,25	12
K6	4	2	5	10	5,25	10
K7	17	7	13	9	11,5	9
K8	19	8	12	7	11,5	7
K9	18	9	10	8	11,25	8
K10	15	10	11	19	13,75	19
K11	16	11	15	18	15	18
K12	14	12	9	17	13	17
K13	10	14	7	6	9,25	6
K14	7	15	8	5	8,75	5
K15	11	13	3	16	10,75	16
K16	5	17	19	14	13,75	14
K17	6	18	17	11	13	11
K18	12	16	18	13	14,75	13
K19	13	19	16	15	15,75	15

Tablo 4.2’den görüldüğü üzere, dört karar vericiden alınan sıralamalar sonucunda K3 kriteri ortalama 1,25 puan ile en yüksek önceliğe sahip kriter olarak öne çıkmıştır. Bunu K4 kriteri (2,00) ve K2 kriteri (7,50) takip etmektedir. Bu sonuç, karar vericilerin K3’ün değerlendirme sürecinde kritik bir öneme sahip olduğu konusunda ortak bir görüşe sahip olduklarını göstermektedir.

Öte yandan, K10 (13,75), K11 (15,00) ve K19 (15,75) gibi kriterlerin ortalama sıralama değerlerinin daha yüksek olması, bu kriterlerin görece daha düşük öncelikli olarak değerlendirildiğine işaret etmektedir. Bu bulgular, sonraki adımda kriter ağırlıklarının belirlenmesi açısından temel bir girdi sağlamaktadır.

Bulanık SWARA yönteminin uygulanmasında bir sonraki adım olarak, her bir karar vericiden kriterlerin önem düzeylerine yönelik dilsel değerlendirmeler alınmıştır. Karar vericiler, önceden belirlenmiş bir dilsel değişkenler çerçevesinde her bir kriterin bir öncekine göre göreceli önemini belirtmişlerdir. Bu değerlendirmeler Tablo 4.3’ de sunulmaktadır.

Tablo 4.3*Dilsel Değişkenler*

KV1		KV2		KV3		KV4	
Kriter No	Dilsel Değişken	Kriter No	Dilsel Değişken	Kriter No	Dilsel Değişken	Kriter No	Dilsel Değişken
K3	-	K3	-	K4	-	K3	-
K4	EÖ	K6	EÖ	K3	ÇAÖ	K4	EÖ
K5	KDAÖ	K4	AÖ	K1	EÖ	K2	KDAÖ
K6	EÖ	K5	KDAÖ	K15	EÖ	K1	EÖ
K16	KDAÖ	K2	ÇAÖ	K6	KDAÖ	K14	AÖ
K17	KDAÖ	K1	AÖ	K5	KDAÖ	K13	ÇAÖ
K14	EÖ	K7	KDAÖ	K13	ÇAÖ	K8	KDAÖ
K2	AÖ	K8	AÖ	K14	KÇAÖ	K9	AÖ
K1	AÖ	K9	ÇAÖ	K12	AÖ	K7	EÖ
K13	ÇAÖ	K10	KDAÖ	K9	ÇAÖ	K6	KDAÖ
K15	KÇAÖ	K11	EÖ	K10	KÇAÖ	K17	EÖ
K18	ÇAÖ	K12	AÖ	K8	AÖ	K5	KDAÖ
K19	AÖ	K15	AÖ	K7	ÇAÖ	K18	KDAÖ
K12	KÇAÖ	K13	KDAÖ	K2	AÖ	K16	EÖ
K10	AÖ	K14	AÖ	K11	KDAÖ	K19	AÖ
K11	KDAÖ	K18	KÇAÖ	K19	KÇAÖ	K15	KDAÖ
K7	AÖ	K16	ÇAÖ	K17	KÇAÖ	K12	AÖ
K9	ÇAÖ	K17	AÖ	K18	ÇAÖ	K11	AÖ
K8	KÇAÖ	K19	ÇAÖ	K16	KDAÖ	K10	ÇAÖ

Tablo 4.3'ten görüldüğü üzere, karar vericiler ilgili kriterleri dilsel ifadeleri kullanarak ikinci sıradaki birinci sıradakinden; üçüncü sıradaki ikinci sıradakinden ve son olarak 19.sıradaki 18.sıradakinden ne kadar önemlidir yaklaşımı ile son kritere kadar karşılaştırma yapmışlardır. Bu dilsel veriler, bir sonraki adımda bulanık sayılarla ifade edilen karşılıklarına dönüştürülerek analiz sürecinde kullanılacaktır.

Dilsel değişkenlerle ifade edilen karar verici görüşleri, bulanık SWARA yönteminin uygulanabilirliğini sağlamak amacıyla üçgen bulanık sayılara dönüştürülmüştür. Bu süreçte her bir dilsel ifadeye karşılık gelen üçgen bulanık sayı (l – m – u) şeklinde modellenmiştir. Model de her bir karar vericinin her bir kriterin bir öncekine göre göreceli önem düzeyine ilişkin kıyaslamalarına ait bulanık sayı değerleri yer almaktadır. Bu değerler sırasıyla alt sınır (l), en olası değer (m) ve üst sınır (u) bileşenlerinden oluşmaktadır. Bu adım, öznel yargıların sayısal olarak modellenmesine olanak tanımakta ve kriterlerin göreceli önemlerinin bulanık ortalamalarının hesaplanmasına temel oluşturmaktadır.

Tablo 4.4, uzman görüşleri doğrultusunda her bir kriter için hesaplanan s_j değerlerinin bulanık formda sunulduğu aşamayı göstermektedir. Bu değerler, kriterlerin göreceli önemlerinin alt, orta ve üst sınırlarını temsil ederek, karar verme sürecinde belirsizliğin ve uzman değerlendirmelerindeki farklılıkların modellenmesini sağlar.



Tablo 4.4*s_j Değerleri*

KV1				KV2				KV3				KV4			
	l	m	u		l	m	u		l	m	u		l	m	u
K3	-	-	-	K3	-	-	-	K4	-	-	-	K3	-	-	-
K4	1,000	1,000	1,000	K6	1,000	1,000	1,000	K3	0,286	0,333	0,400	K4	1,000	1,000	1,000
K5	0,667	1,000	1,500	K4	0,400	0,500	0,667	K1	1,000	1,000	1,000	K2	0,667	1,000	1,500
K6	1,000	1,000	1,000	K5	0,667	1,000	1,500	K15	1,000	1,000	1,000	K1	1,000	1,000	1,000
K16	0,667	1,000	1,500	K2	0,286	0,333	0,400	K6	0,667	1,000	1,500	K14	0,400	0,500	0,667
K17	0,667	1,000	1,500	K1	0,400	0,500	0,667	K5	0,667	1,000	1,500	K13	0,286	0,333	0,400
K14	1,000	1,000	1,000	K7	0,667	1,000	1,500	K13	0,286	0,333	0,400	K8	0,667	1,000	1,500
K2	0,400	0,500	0,667	K8	0,400	0,500	0,667	K14	0,222	0,250	0,286	K9	0,400	0,500	0,667
K1	0,400	0,500	0,667	K9	0,286	0,333	0,400	K12	0,400	0,500	0,667	K7	1,000	1,000	1,000
K13	0,286	0,333	0,400	K10	0,667	1,000	1,500	K9	0,286	0,333	0,400	K6	0,667	1,000	1,500
K15	0,222	0,250	0,286	K11	1,000	1,000	1,000	K10	0,222	0,250	0,286	K17	1,000	1,000	1,000
K18	0,286	0,333	0,400	K12	0,400	0,500	0,667	K8	0,400	0,500	0,667	K5	0,667	1,000	1,500
K19	0,400	0,500	0,667	K15	0,400	0,500	0,667	K7	0,286	0,333	0,400	K18	0,667	1,000	1,500
K12	0,222	0,250	0,286	K13	0,667	1,000	1,500	K2	0,400	0,500	0,667	K16	1,000	1,000	1,000
K10	0,400	0,500	0,667	K14	0,400	0,500	0,667	K11	0,667	1,000	1,500	K19	0,400	0,500	0,667
K11	0,667	1,000	1,500	K18	0,222	0,250	0,286	K19	0,222	0,250	0,286	K15	0,667	1,000	1,500
K7	0,400	0,500	0,667	K16	0,286	0,333	0,400	K17	0,222	0,250	0,286	K12	0,400	0,500	0,667
K9	0,286	0,333	0,400	K17	0,400	0,500	0,667	K18	0,286	0,333	0,400	K11	0,400	0,500	0,667
K8	0,222	0,250	0,286	K19	0,286	0,333	0,400	K16	0,667	1,000	1,500	K10	0,286	0,333	0,400

Tablo 4.5’ de, karar vericilerin değerdendirmeleri sonucunda her kriter için hesaplanan k_j değerdlerine ait bulanık üçgen sayılar gösterilmektedir. Bu değerdler, her kriterin gördeli öneminin üst, orta ve alt sınırlarını belirleyerek, kriterlerin ağırlıklandırılmasında belirsizliklerin ve karar vericilerin görüşlerindeki farklılıkların etkili bir şekilde modellenmesini sağlar.

Tablo 4.5

k_j Değerdleri

KV1			KV2			KV3			KV4		
l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
K3	1,000	1,000	1,000	K3	1,000	1,000	1,000	K4	1,000	1,000	1,000
K4	2,000	2,000	2,000	K6	2,000	2,000	2,000	K3	1,286	1,333	1,400
K5	1,667	2,000	2,500	K4	1,400	1,500	1,667	K1	2,000	2,000	2,000
K6	2,000	2,000	2,000	K5	1,667	2,000	2,500	K15	2,000	2,000	2,000
K16	1,667	2,000	2,500	K2	1,286	1,333	1,400	K6	1,667	2,000	2,500
K17	1,667	2,000	2,500	K1	1,400	1,500	1,667	K5	1,667	2,000	2,500
K14	2,000	2,000	2,000	K7	1,667	2,000	2,500	K13	1,286	1,333	1,400
K2	1,400	1,500	1,667	K8	1,400	1,500	1,667	K14	1,222	1,250	1,286
K1	1,400	1,500	1,667	K9	1,286	1,333	1,400	K12	1,400	1,500	1,667
K13	1,286	1,333	1,400	K10	1,667	2,000	2,500	K9	1,286	1,333	1,400
K15	1,222	1,250	1,286	K11	2,000	2,000	2,000	K10	1,222	1,250	1,286
K18	1,286	1,333	1,400	K12	1,400	1,500	1,667	K8	1,400	1,500	1,667
K19	1,400	1,500	1,667	K15	1,400	1,500	1,667	K7	1,286	1,333	1,400
K12	1,222	1,250	1,286	K13	1,667	2,000	2,500	K2	1,400	1,500	1,667
K10	1,400	1,500	1,667	K14	1,400	1,500	1,667	K11	1,667	2,000	2,500
K11	1,667	2,000	2,500	K18	1,222	1,250	1,286	K19	1,222	1,250	1,286
K7	1,400	1,500	1,667	K16	1,286	1,333	1,400	K17	1,222	1,250	1,286
K9	1,286	1,333	1,400	K17	1,400	1,500	1,667	K18	1,286	1,333	1,400
								K11	1,400	1,500	1,667

K8	1,222	1,250	1,286	K19	1,286	1,333	1,400	K16	1,667	2,000	2,500	K10	1,286	1,333	1,400
-----------	-------	-------	-------	------------	-------	-------	-------	------------	-------	-------	-------	------------	-------	-------	-------

[Tablo 4.5 (Devam) k_j Değerleri]

Tablo 4.6’ de her bir kriter için q_j değerleri verilmiştir. Tablo 4.6’deki toplam değerler, her uzman için alt, orta ve üst sınırların toplamını göstermektedir.

Tablo 4.6

q_j Değerleri

KV1			KV2			KV3			KV4		
l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
K3	1,000	1,000	1,000	K3	1,000	1,000	1,000	K4	1,000	1,000	1,000
K4	0,500	0,500	0,500	K6	0,500	0,500	0,500	K3	0,714	0,750	0,778
K5	0,800	1,000	1,200	K4	1,200	1,333	1,429	K1	0,643	0,667	0,700
K6	0,834	1,000	1,250	K5	0,560	0,750	1,000	K15	1,000	1,000	1,000
K16	0,800	1,000	1,200	K2	1,191	1,500	1,944	K6	0,800	1,000	1,200
K17	0,667	1,000	1,500	K1	0,771	0,889	1,000	K5	0,667	1,000	1,500
K14	0,834	1,000	1,250	K7	0,560	0,750	1,000	K13	1,191	1,500	1,944
K2	1,200	1,333	1,429	K8	1,000	1,333	1,786	K14	1,000	1,066	1,146
K1	0,840	1,000	1,191	K9	1,000	1,125	1,296	K12	0,733	0,833	0,919
K13	1,000	1,125	1,296	K10	0,514	0,667	0,840	K9	1,000	1,125	1,296
K15	1,000	1,066	1,146	K11	0,834	1,000	1,250	K10	1,000	1,066	1,146
K18	0,873	0,938	1,000	K12	1,200	1,333	1,429	K8	0,733	0,833	0,919
K19	0,771	0,889	1,000	K15	0,840	1,000	1,191	K7	1,000	1,125	1,296
K12	1,089	1,200	1,364	K13	0,560	0,750	1,000	K2	0,771	0,889	1,000
K10	0,733	0,833	0,919	K14	1,000	1,333	1,786	K11	0,560	0,750	1,000
K11	0,560	0,750	1,000	K18	1,089	1,200	1,364	K19	1,296	1,600	2,046

K7	1,000	1,333	1,786	K16	0,873	0,938	1,000	K17	0,950	1,000	1,052	K12	1,000	1,333	1,786
K9	1,000	1,125	1,296	K17	0,771	0,889	1,000	K18	0,873	0,938	1,000	K11	0,840	1,000	1,191
K8	1,000	1,066	1,146	K19	1,000	1,125	1,296	K16	0,514	0,667	0,840	K10	1,000	1,125	1,296
TOPLAM	16,499	19,160	22,471		16,462	19,416	23,110		16,446	18,810	21,780		16,081	19,250	23,234

[Tablo 4.6 (Devam) q_j Değerleri]

Tablo 4.7’de, kriterlerin w_j ağırlık değerleri verilmiştir. Bu değerler, önceki adımda hesaplanan q_j değerlerinin normalize edilmesiyle elde edilmiştir. Ağırlıklar genellikle 0 ile 0,1 arasında değişmekte olup, kriterlerin toplam önem payını yansıtır. Karar vericiler arasındaki farklılıklar ve belirsizlikler, alt-üst sınırlar arasındaki aralıklarla görülmektedir. Örneğin, K17 kriterinde geniş aralık karar vericiler arası görüş farklılığını ifade etmektedir.

Tablo 4.7

w_j Değerleri

KV1				KV2				KV3				KV4			
	l	m	u		l	m	u		l	m	u		l	m	u
K3	0,0606	0,0522	0,0445	K3	0,0607	0,0515	0,0433	K4	0,0608	0,0532	0,0459	K3	0,0622	0,0519	0,0430
K4	0,0303	0,0261	0,0223	K6	0,0304	0,0258	0,0216	K3	0,0434	0,0399	0,0357	K4	0,0311	0,0260	0,0215
K5	0,0485	0,0522	0,0534	K4	0,0729	0,0687	0,0618	K1	0,0391	0,0354	0,0321	K2	0,0497	0,0519	0,0516
K6	0,0505	0,0522	0,0556	K5	0,0340	0,0386	0,0433	K15	0,0608	0,0532	0,0459	K1	0,0518	0,0519	0,0538
K16	0,0485	0,0522	0,0534	K2	0,0723	0,0773	0,0841	K6	0,0486	0,0532	0,0551	K14	0,0746	0,0693	0,0615
K17	0,0404	0,0522	0,0667	K1	0,0469	0,0458	0,0433	K5	0,0405	0,0532	0,0689	K13	0,0622	0,0585	0,0558
K14	0,0505	0,0522	0,0556	K7	0,0340	0,0386	0,0433	K13	0,0724	0,0798	0,0893	K8	0,0320	0,0346	0,0361
K2	0,0727	0,0696	0,0636	K8	0,0607	0,0687	0,0773	K14	0,0608	0,0567	0,0526	K9	0,0622	0,0693	0,0769
K1	0,0509	0,0522	0,0530	K9	0,0607	0,0580	0,0561	K12	0,0446	0,0443	0,0422	K7	0,0435	0,0390	0,0359
K13	0,0606	0,0587	0,0577	K10	0,0312	0,0343	0,0363	K9	0,0608	0,0598	0,0595	K6	0,0497	0,0519	0,0516

K15	0,0606	0,0557	0,0510	K11	0,0506	0,0515	0,0541	K10	0,0608	0,0567	0,0526	K17	0,0518	0,0519	0,0538
K18	0,0529	0,0489	0,0445	K12	0,0729	0,0687	0,0618	K8	0,0446	0,0443	0,0422	K5	0,0497	0,0519	0,0516
K19	0,0468	0,0464	0,0445	K15	0,0510	0,0515	0,0515	K7	0,0608	0,0598	0,0595	K18	0,0415	0,0519	0,0645
K12	0,0660	0,0626	0,0607	K13	0,0340	0,0386	0,0433	K2	0,0469	0,0472	0,0459	K16	0,0518	0,0519	0,0538
K10	0,0444	0,0435	0,0409	K14	0,0607	0,0687	0,0773	K11	0,0341	0,0399	0,0459	K19	0,0746	0,0693	0,0615
K11	0,0339	0,0391	0,0445	K18	0,0661	0,0618	0,0590	K19	0,0788	0,0851	0,0939	K15	0,0348	0,0390	0,0430
K7	0,0606	0,0696	0,0795	K16	0,0530	0,0483	0,0433	K17	0,0578	0,0532	0,0483	K12	0,0622	0,0693	0,0769
K9	0,0606	0,0587	0,0577	K17	0,0469	0,0458	0,0433	K18	0,0531	0,0499	0,0459	K11	0,0522	0,0519	0,0512
K8	0,0606	0,0557	0,0510	K19	0,0607	0,0580	0,0561	K16	0,0313	0,0354	0,0386	K10	0,0622	0,0585	0,0558

[Tablo 4.7 (Devam) w_j Değerleri]

Tablo 4.8’da her bir karar vericiye ait kriterlerin bulanık önem sıralamaları yer almaktadır.

Tablo 4.8

Kriterlerin Bulanık Önem Sıralaması

	KV1			KV2			KV3			KV4		
	l	m	u	l	m	u	l	m	u	l	m	u
K1	0,0509	0,0522	0,0530	0,0469	0,0458	0,0433	0,0388	0,0357	0,0331	0,0518	0,0519	0,0538
K2	0,0727	0,0696	0,0636	0,0723	0,0773	0,0841	0,0465	0,0476	0,0472	0,0497	0,0519	0,0516
K3	0,0606	0,0522	0,0445	0,0607	0,0515	0,0433	0,0431	0,0402	0,0367	0,0622	0,0519	0,0430
K4	0,0303	0,0261	0,0223	0,0729	0,0687	0,0618	0,0603	0,0536	0,0472	0,0311	0,0260	0,0215
K5	0,0485	0,0522	0,0534	0,0340	0,0386	0,0433	0,0402	0,0536	0,0708	0,0497	0,0519	0,0516
K6	0,0505	0,0522	0,0556	0,0304	0,0258	0,0216	0,0482	0,0536	0,0567	0,0497	0,0519	0,0516
K7	0,0606	0,0696	0,0795	0,0340	0,0386	0,0433	0,0603	0,0603	0,0612	0,0435	0,0390	0,0359
K8	0,0606	0,0557	0,0510	0,0607	0,0687	0,0773	0,0442	0,0447	0,0434	0,0320	0,0346	0,0361
K9	0,0606	0,0587	0,0577	0,0607	0,0580	0,0561	0,0603	0,0603	0,0612	0,0622	0,0693	0,0769
K10	0,0444	0,0435	0,0409	0,0312	0,0343	0,0363	0,0603	0,0572	0,0541	0,0622	0,0585	0,0558

K11	0,0339	0,0391	0,0445	0,0506	0,0515	0,0541	0,0341	0,0399	0,0459	0,0522	0,0519	0,0512
K12	0,0660	0,0626	0,0607	0,0729	0,0687	0,0618	0,0442	0,0447	0,0434	0,0622	0,0693	0,0769
K13	0,0606	0,0587	0,0577	0,0340	0,0386	0,0433	0,0718	0,0804	0,0918	0,0622	0,0585	0,0558
K14	0,0505	0,0522	0,0556	0,0607	0,0687	0,0773	0,0603	0,0572	0,0541	0,0746	0,0693	0,0615
K15	0,0606	0,0557	0,0510	0,0510	0,0515	0,0515	0,0603	0,0536	0,0472	0,0348	0,0390	0,0430
K16	0,0485	0,0522	0,0534	0,0530	0,0483	0,0433	0,0310	0,0357	0,0397	0,0518	0,0519	0,0538
K17	0,0404	0,0522	0,0667	0,0469	0,0458	0,0433	0,0573	0,0536	0,0497	0,0518	0,0519	0,0538
K18	0,0529	0,0489	0,0445	0,0661	0,0618	0,0590	0,0526	0,0503	0,0472	0,0415	0,0519	0,0645
K19	0,0468	0,0464	0,0445	0,0607	0,0580	0,0561	0,0603	0,0572	0,0541	0,0746	0,0693	0,0615

[Tablo 4.8 (Devam) *Kriterlerin Bulanık Önem Sıralaması*]

Tablo 4.9'da karar vericilerin kriter önem sıralamalarının geometrik ortalaması verilmiştir.

Tablo 4.9

Kriterlerin Önem Sıralamalarının Geometrik Ortalaması

Kriterler	l	m	u
K1	0,0468	0,0459	0,0449
K2	0,0591	0,0604	0,0601
K3	0,0560	0,0487	0,0418
K4	0,0451	0,0397	0,0344
K5	0,0426	0,0487	0,0539
K6	0,0438	0,0440	0,0433
K7	0,0482	0,0501	0,0524
K8	0,0478	0,0493	0,0499
K9	0,0609	0,0614	0,0625
K10	0,0478	0,0473	0,0460
K11	0,0418	0,0452	0,0488
K12	0,0603	0,0604	0,0595
K13	0,0551	0,0572	0,0598
K14	0,0609	0,0614	0,0615
K15	0,0505	0,0495	0,0481
K16	0,0451	0,0465	0,0471
K17	0,0487	0,0508	0,0527
K18	0,0526	0,0530	0,0532
K19	0,0598	0,0571	0,0537

Tablo 4.10'da her bir kriter için hesaplanan bulanık ağırlıkların durulaştırılması sonucu elde edilen kesin ağırlık değerleri sunulmuştur. Bu adım, bulanık değerlerin karar vermede kullanılabilir net ağırlıklara dönüştürülmesini sağlar.

Tablo 4.10*Durulaştırılmış Ağırlıklar*

Kriterler	Durulaştırılmış Ağırlıklar
K1	0,0459
K2	0,0599
K3	0,0488
K4	0,0397
K5	0,0484
K6	0,0437
K7	0,0503
K8	0,0490
K9	0,0616
K10	0,0470
K11	0,0453
K12	0,0601
K13	0,0573
K14	0,0613
K15	0,0493
K16	0,0462
K17	0,0507
K18	0,0529
K19	0,0569

[Tablo 4.10 (Devam) *Durulaştırılmış Ağırlıklar*]

Bulanık SWARA yönteminin son adımı, durulaştırılmış (kesin) ağırlık değerlerine göre kriterlerin önem sıralamasının yapılmasıdır. Tablo 4.11’de, söz konusu kriterlerin önem sıralaması sunulmuştur. Bu adım, her bir kriterin karar verme sürecindeki göreli önem düzeyini net bir şekilde ortaya koyar.

Tablo 4.11*Kriterlerin Önem Sırası*

Kriterler	Önem Sırası
K1	16
K2	4
K3	12
K4	19
K5	13
K6	18
K7	9
K8	11
K9	1
K10	14
K11	17
K12	3
K13	5
K14	2
K15	10
K16	15
K17	8
K18	7
K19	6

[Tablo 4.11 (Devam) *Kriterlerin Önem Sırası*]

Bulanık SWARA yöntemi ile karar vericilerin görüşlerine dayalı olarak belirlenen kriter ağırlıkları, tedarikçi seçiminde hangi unsurların daha fazla öneme sahip olduğunu ortaya koymuştur. Elde edilen sıralamada K9 (Atık Yönetimi ve Geri Dönüşüm) kriteri birinci sırada yer almaktadır. Kriterlerin sıralamasından da görüleceği üzere, yeşil tedarik zincirlerinde klasik maliyet ve kalite odaklı yaklaşımların ötesine geçildiğini;

sürdürülebilirlik, çevresel performans ve uzun vadeli iş birliği gibi daha kapsamlı ve çağdaş değerlere yönelimin olduğunu ortaya koymaktadır.

4.2 Bulanık TOPSIS Yöntemiyle Tedarikçilerin Değerlendirilmesi

Bu bölümde, tedarikçi değerlendirmelerine yönelik olarak geliştirilen modelde, karar vericilerin görüşleri doğrultusunda beş tedarikçi (T1, T2, T3, T4, T5) 19 farklı kritere (K1–K19) göre değerlendirilmiştir. Her bir karar vericinin beş tedarikçiye ait değerlendirmelerinin ortalama değerleri yardımıyla oluşturulan karar matrisi Tablo 4.12'deki gibidir.

Karar matrisinde tüm kriterler fayda yönlü olarak alınmıştır. Maliyet başlığı altındaki ürün fiyatı ile lojistik ve taşıma maliyetleri kriterleri maliyet açısından en uygun olan tedarikçiler olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 4.12*Karar Matrisi*

		T1			T2			T3			T4			T5	
K1	1	2,5	4,5	2,5	4	6	2	3	5	5	7	8,75	6,5	8,5	9,75
K2	1	1,5	3,5	3	5	7	2	3,5	5,5	5	7	8,5	6	8	9,5
K3	2	3,5	5,5	1	2,5	4,5	2,5	3,5	5,5	5	7	8,75	6,5	8,5	9,75
K4	2,5	4,5	6,5	1,5	2,5	4,5	3	4,5	6,5	3,5	5	6,75	6,5	8,5	9,75
K5	1,5	2,5	4,5	1	2	4	3	5	7	4,5	6,5	8,5	7	9	10
K6	1	1,5	3,5	2,5	4,5	6,5	3,5	5	7	5	7	8,5	5	7	8,5
K7	1,5	2,5	4,5	1,5	3	5	3,5	5	7	7	9	10	3,5	5,5	7,5
K8	2	4	6	1,5	2	4	2	3,5	5,5	7	9	10	4,5	6,5	8,5
K9	2,5	4	6	2	3,5	5,5	2,5	4	6	7	9	10	3	4,5	6,5
K10	2	4	6	1	1,5	3,5	2,5	4	6	7	9	10	4,5	6,5	8,5
K11	2	3	5	1,5	2,5	4,5	3,5	5,5	7,5	7	9	10	3	5	7
K12	1	2	4	1	2	4	5	7	8,75	6,5	8,5	9,75	3,5	5,5	7,5
K13	2	3,5	5,5	2,5	4,5	6,5	2,5	3,5	5,5	5	6,5	8	5	7	8,5
K14	2	3,5	5,5	1,5	3	5	3	4,5	6,5	4	5,5	7,25	6,5	8,5	9,75

K15	1	2,5	4,5	2,5	4	6	2	3	5	5	7	8,75	6,5	8,5	9,75
K16	1	2	4	1	2	4	4	6	7,75	5,5	7,5	9	5,5	7,5	9,25
K17	2	3	5	1,5	3	5	4	6	7,75	6,5	8,5	9,75	3	4,5	6,5
K18	1,5	2,5	4,5	2,5	4,5	6,5	4,5	6,5	8	6	8	9,5	2,5	3,5	5,5
K19	2	4	6	1,5	2,5	4,5	4,5	6,5	8,25	5,5	7	8,25	3,5	5	7
			6,5			7			8,75			10			10

[Tablo 4.12 (Devam) *Karar Matrisi*]

Bu aşamada, karar matrisindeki her kriter için tedarikçi değerlendirmeleri normalize edilmiştir. Tablo 4.12 de 19 kriter (K1–K19) ve 5 tedarikçi (T1–T5) için normalize değerler, ilgili kriterin en yüksek değerine bölünerek hesaplanmıştır. 1’e yakın değerler, tedarikçinin o kriterde üstün olduğunu gösterir. Bu matris, sonraki aşamada ağırlıklı normalize matrisin oluşturulmasında temel veri olarak kullanılmaktadır.

Tablo 4.13

Normalize Karar Matrisi

	T1		T2		T3		T4		T5							
K1	0,1538	0,3846	0,6923	0,3571	0,5714	0,8571	0,2286	0,3429	0,5714	0,5000	0,7000	0,8750	0,6500	0,8500	0,9750	
K2	0,1538	0,2308	0,5385	0,4286	0,7143	1,0000	0,2286	0,4000	0,6286	0,5000	0,7000	0,8500	0,6000	0,8000	0,9500	
K3	0,3077	0,5385	0,8462	0,1429	0,3571	0,6429	0,2857	0,4000	0,6286	0,5000	0,7000	0,8750	0,6500	0,8500	0,9750	
K4	0,3846	0,6923	1,0000	0,2143	0,3571	0,6429	0,3429	0,5143	0,7429	0,3500	0,5000	0,6750	0,6500	0,8500	0,9750	

K5	0,2308	0,3846	0,6923	0,1429	0,2857	0,5714	0,3429	0,5714	0,8000	0,4500	0,6500	0,8500	0,7000	0,9000	1,0000
K6	0,1538	0,2308	0,5385	0,3571	0,6429	0,9286	0,4000	0,5714	0,8000	0,5000	0,7000	0,8500	0,5000	0,7000	0,8500
K7	0,2308	0,3846	0,6923	0,2143	0,4286	0,7143	0,4000	0,5714	0,8000	0,7000	0,9000	1,0000	0,3500	0,5500	0,7500
K8	0,3077	0,6154	0,9231	0,2143	0,2857	0,5714	0,2286	0,4000	0,6286	0,7000	0,9000	1,0000	0,4500	0,6500	0,8500
K9	0,3846	0,6154	0,9231	0,2857	0,5000	0,7857	0,2857	0,4571	0,6857	0,7000	0,9000	1,0000	0,3000	0,4500	0,6500
K10	0,3077	0,6154	0,9231	0,1429	0,2143	0,5000	0,2857	0,4571	0,6857	0,7000	0,9000	1,0000	0,4500	0,6500	0,8500
K11	0,3077	0,4615	0,7692	0,2143	0,3571	0,6429	0,4000	0,6286	0,8571	0,7000	0,9000	1,0000	0,3000	0,5000	0,7000
K12	0,1538	0,3077	0,6154	0,1429	0,2857	0,5714	0,5714	0,8000	1,0000	0,6500	0,8500	0,9750	0,3500	0,5500	0,7500
K13	0,3077	0,5385	0,8462	0,3571	0,6429	0,9286	0,2857	0,4000	0,6286	0,5000	0,6500	0,8000	0,5000	0,7000	0,8500
K14	0,3077	0,5385	0,8462	0,2143	0,4286	0,7143	0,3429	0,5143	0,7429	0,4000	0,5500	0,7250	0,6500	0,8500	0,9750
K15	0,1538	0,3846	0,6923	0,3571	0,5714	0,8571	0,2286	0,3429	0,5714	0,5000	0,7000	0,8750	0,6500	0,8500	0,9750
K16	0,1538	0,3077	0,6154	0,1429	0,2857	0,5714	0,4571	0,6857	0,8857	0,5500	0,7500	0,9000	0,5500	0,7500	0,9250
K17	0,3077	0,4615	0,7692	0,2143	0,4286	0,7143	0,4571	0,6857	0,8857	0,6500	0,8500	0,9750	0,3000	0,4500	0,6500
K18	0,2308	0,3846	0,6923	0,3571	0,6429	0,9286	0,5143	0,7429	0,9143	0,6000	0,8000	0,9500	0,2500	0,3500	0,5500
K19	0,3077	0,6154	0,9231	0,2143	0,3571	0,6429	0,5143	0,7429	0,9429	0,5500	0,7000	0,8250	0,3500	0,5000	0,7000

[Tablo 4.13 (Devam) Normalize *Karar Matrisi*]

Bir sonraki adımda, normalize edilmiş karar matrisi Bulanık SWARA yöntemiyle belirlenen kriter ağırlıklarıyla çarpılarak ağırlıklı normalize matris oluşturulmuştur. Tablo 4.14’ de 19 kriter (K1–K19) ve 5 tedarikçi (T1–T5) için hesaplanan ağırlıklı normalize değerler sunulmaktadır.

Bu matris, her kriterin görelî önemini dikkate alarak tedarikçilerin performanslarını daha doğru ve dengeli şekilde yansıtır. Böylece, sonraki adımlarda tedarikçilerin ideal çözüme olan yakınlıkları daha sağlıklı şekilde değerlendirilebilir.

Tablo 4.14

Ağırlıklı Normalize Matris

	T1				T2				T3				T4				T5			
K1	0,0072	0,0176	0,0311	0,0167	0,0262	0,0385	0,0107	0,0157	0,0257	0,0234	0,0321	0,0393	0,0304	0,0390	0,0438					
K2	0,0091	0,0139	0,0324	0,0253	0,0431	0,0601	0,0135	0,0242	0,0378	0,0295	0,0423	0,0511	0,0354	0,0483	0,0571					
K3	0,0172	0,0262	0,0353	0,0080	0,0174	0,0269	0,0160	0,0195	0,0263	0,0280	0,0341	0,0365	0,0364	0,0414	0,0407					
K4	0,0173	0,0275	0,0344	0,0097	0,0142	0,0221	0,0155	0,0204	0,0255	0,0158	0,0199	0,0232	0,0293	0,0338	0,0335					
K5	0,0098	0,0187	0,0373	0,0061	0,0139	0,0308	0,0146	0,0278	0,0431	0,0192	0,0316	0,0458	0,0298	0,0438	0,0539					
K6	0,0067	0,0102	0,0233	0,0156	0,0283	0,0402	0,0175	0,0251	0,0347	0,0219	0,0308	0,0368	0,0219	0,0308	0,0368					
K7	0,0111	0,0193	0,0363	0,0103	0,0215	0,0374	0,0193	0,0286	0,0419	0,0338	0,0451	0,0524	0,0169	0,0276	0,0393					
K8	0,0147	0,0303	0,0460	0,0102	0,0141	0,0285	0,0109	0,0197	0,0313	0,0334	0,0444	0,0499	0,0215	0,0321	0,0424					
K9	0,0234	0,0378	0,0577	0,0174	0,0307	0,0491	0,0174	0,0281	0,0428	0,0427	0,0553	0,0625	0,0183	0,0276	0,0406					
K10	0,0147	0,0291	0,0425	0,0068	0,0101	0,0230	0,0136	0,0216	0,0316	0,0334	0,0425	0,0460	0,0215	0,0307	0,0391					
K11	0,0129	0,0209	0,0375	0,0090	0,0161	0,0314	0,0167	0,0284	0,0418	0,0293	0,0407	0,0488	0,0125	0,0226	0,0341					
K12	0,0093	0,0186	0,0366	0,0086	0,0173	0,0340	0,0345	0,0483	0,0595	0,0392	0,0513	0,0580	0,0211	0,0332	0,0446					

K13	0,0169	0,0308	0,0506	0,0197	0,0367	0,0555	0,0157	0,0229	0,0376	0,0275	0,0371	0,0478	0,0275	0,0400	0,0508
K14	0,0188	0,0331	0,0520	0,0131	0,0263	0,0439	0,0209	0,0316	0,0457	0,0244	0,0338	0,0446	0,0396	0,0522	0,0600
K15	0,0078	0,0190	0,0333	0,0180	0,0283	0,0412	0,0115	0,0170	0,0275	0,0252	0,0346	0,0421	0,0328	0,0420	0,0469
K16	0,0069	0,0143	0,0290	0,0064	0,0133	0,0269	0,0206	0,0319	0,0417	0,0248	0,0349	0,0424	0,0248	0,0349	0,0436
K17	0,0150	0,0234	0,0405	0,0104	0,0218	0,0377	0,0223	0,0348	0,0467	0,0317	0,0432	0,0514	0,0146	0,0229	0,0343
K18	0,0121	0,0204	0,0368	0,0188	0,0341	0,0494	0,0270	0,0394	0,0486	0,0315	0,0424	0,0505	0,0131	0,0186	0,0293
K19	0,0184	0,0352	0,0496	0,0128	0,0204	0,0345	0,0307	0,0424	0,0506	0,0329	0,0400	0,0443	0,0209	0,0286	0,0376

[Tablo 4.14 (Devam) *Ağırlıklı Normalize Matris*]

Tablo 4.15’ de hesaplanan Pozitif İdeal Çözüm (D^+) değerlerini verilmiştir. Bu değerler, tedarikçilerin her kriterdeki en iyi performans referansına ne kadar yakın olduğunu yansıtır. Tablonun son satırında ise her tedarikçinin tüm kriterler üzerindeki toplam D^+ değeri yer almaktadır. Daha yüksek toplam değerler, tedarikçinin ideal çözüme daha yakın olduğunu ve genel performansının daha üstün olduğunu göstermektedir.

Tablo 4.15*Pozitif İdeal Çözüm (D^+) Matrisi*

	T1	T2	T3	T4	T5
K1	0,9814	0,9729	0,9827	0,9684	0,9623
K2	0,9816	0,9573	0,9749	0,9591	0,9531
K3	0,9738	0,9826	0,9794	0,9671	0,9605
K4	0,9736	0,9847	0,9795	0,9804	0,9678
K5	0,9781	0,9831	0,9716	0,9678	0,9575
K6	0,9866	0,9720	0,9743	0,9702	0,9702
K7	0,9778	0,9770	0,9701	0,9563	0,9721
K8	0,9697	0,9824	0,9794	0,9575	0,9681
K9	0,9605	0,9677	0,9706	0,9466	0,9712
K10	0,9713	0,9867	0,9778	0,9594	0,9696
K11	0,9763	0,9812	0,9711	0,9605	0,9769
K12	0,9786	0,9801	0,9526	0,9505	0,9671
K13	0,9673	0,9628	0,9746	0,9625	0,9606
K14	0,9655	0,9723	0,9673	0,9658	0,9495
K15	0,9800	0,9709	0,9814	0,9660	0,9594
K16	0,9833	0,9845	0,9686	0,9660	0,9656
K17	0,9737	0,9768	0,9655	0,9580	0,9761
K18	0,9769	0,9660	0,9617	0,9585	0,9797
K19	0,9657	0,9775	0,9588	0,9610	0,9710
Toplam	18,5218	18,5384	18,4618	18,2815	18,3583

Tablo 4.16, her bir tedarikçi için 19 kriter doğrultusunda hesaplanan Negatif İdeal Çözüm (D^-) değerlerini göstermektedir. Bu değerler, tedarikçilerin her kriterde en kötü performans referansından ne kadar uzak olduğunu ifade eder. Tablonun en alt satırında, her tedarikçinin tüm kriterler bazında toplam D^- değeri yer almakta olup, daha düşük toplam değerler tedarikçinin ideal çözüme daha yakın olduğunu ve daha iyi performans sergilediğini göstermektedir.

Tablo 4.16

Negatif İdeal Çözüm (D^-) Matrisi

	T1	T2	T3	T4	T5
K1	0,0211	0,0286	0,0185	0,0323	0,0381
K2	0,0210	0,0451	0,0270	0,0419	0,0478
K3	0,0273	0,0190	0,0210	0,0331	0,0396
K4	0,0273	0,0162	0,0209	0,0199	0,0323
K5	0,0248	0,0198	0,0308	0,0340	0,0436
K6	0,0152	0,0298	0,0267	0,0305	0,0305
K7	0,0246	0,0256	0,0314	0,0444	0,0294
K8	0,0329	0,0193	0,0223	0,0431	0,0331
K9	0,0420	0,0349	0,0312	0,0541	0,0303
K10	0,0309	0,0150	0,0234	0,0410	0,0313
K11	0,0259	0,0210	0,0307	0,0404	0,0247
K12	0,0243	0,0226	0,0485	0,0501	0,0343
K13	0,0356	0,0401	0,0270	0,0384	0,0406
K14	0,0372	0,0305	0,0343	0,0352	0,0513
K15	0,0226	0,0307	0,0198	0,0347	0,0410
K16	0,0191	0,0177	0,0326	0,0348	0,0353

K17	0,0284	0,0258	0,0360	0,0428	0,0252
K18	0,0253	0,0363	0,0394	0,0422	0,0214
K19	0,0366	0,0243	0,0421	0,0393	0,0298
Toplam	0,5221	0,5024	0,5635	0,7322	0,6595

[Tablo 4.16 (Devam) *Negatif İdeal Çözüm (D^-) Matrisi*]

Bulanık TOPSIS yöntemine göre tedarikçi sıralamaları Tablo 4.17’ de verilmiştir. En yüksek performans değeri 0,0385 ile T4 tedarikçisine ait olup, bu tedarikçi birinci sırada yer almaktadır. Onu 0,0347 ile T5 ve 0,0296 ile T3 takip etmektedir. En düşük performans değerine sahip olan T2 beşinci sırada yer almaktadır.

Bu sıralama, tedarikçilerin seçimi ve stratejik karar alma süreçlerinde yol gösterici olup, T4 ve T5 tedarikçilerinin diğerlerine göre daha üstün performans gösterdiğini ortaya koymaktadır. Buna göre sürdürülebilir ve etkili tedarikçi yönetimi için öncelikle bu tedarikçilerle iş birliğinin artırılması önerilmektedir.

Tablo 4.17

Tedarikçi Performans Sıralaması

Tedarikçiler	Sıralama	
T1	0,0274	4
T2	0,0264	5
T3	0,0296	3
T4	0,0385	1
T5	0,0347	2

5 SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Araştırmanın bu bölümünde sonuç, tartışma ve gelecek çalışmalara ilişkin öneriler yer almaktadır.

5.1 Sonuç ve Tartışma

Bu çalışma kapsamında elde edilen bulgular, tedarikçi seçim sürecinde çok boyutlu bir değerlendirme yaklaşımının benimsendiğini ortaya koymaktadır. Uygulanan Bulanık SWARA yöntemi ile 19 kriterin ağırlıkları belirlenmiş ve karar vericilerin tercih eğilimleri detaylı şekilde analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, firmaların tedarikçi seçiminde yalnızca kalite veya maliyet odaklı değil, aynı zamanda sürdürülebilirlik, dijitalleşme, hizmet kalitesi ve kurumsal yapı gibi çok çeşitli unsurları bütüncül bir şekilde dikkate aldığını göstermektedir.

Sürdürülebilirlik ve yeşil uygulamalar başlığı altında yer alan kriterlerin genel olarak yüksek öncelik seviyelerinde yer alması, çevresel sürdürülebilirliğin firmalar açısından artık vazgeçilmez bir tedarik kriteri haline geldiğini göstermektedir. Özellikle “Atık Yönetimi ve Geri Dönüşüm (K9)” kriterinin tüm kriterler arasında en yüksek önem derecesine sahip olması, firmaların atık yönetimi, döngüsel ekonomi uygulamaları ve geri dönüşüm konusunda ciddi stratejiler benimsediğini ortaya koymaktadır. Bu durum hem yasal düzenlemeler hem de çevresel duyarlılıkla açıklanabilir. Aynı başlık altında yer alan “Alternatif Kaynak Kullanımı (K12)” kriterinin üst sıralarda yer alması da sürdürülebilir üretim yapabilen, kaynak çeşitliliği sağlayan ve çevresel etkiyi azaltan tedarikçilerin önceliklendirildiğini göstermektedir. “Çevre Dostu Hammadde Kullanımı (K7)” ile “Karbon Ayak İzi ve Enerji Tüketimi (K8)” kriterlerinin sırasıyla 9. ve 11. sıralarda yer alması da bu yaklaşımı desteklemektedir. Bu kriterler, çevreye duyarlı üretim süreçleri ve düşük karbon salımı gibi hedeflerin tedarikçi seçiminde önemsendiğini göstermektedir. Buna karşın “Yeni Ürün ve Proses Geliştirme Kabiliyeti (K10)” ve “Yeşil Lojistik (K11)” gibi kriterlerin görece daha alt sıralarda yer alması, bu alanlardaki uygulamaların henüz karar vericiler tarafından yeterince önceliklendirilmediğini düşündürmektedir. Bu kriterler uzun vadede rekabet avantajı sağlasa da kısa vadeli etki açısından daha sınırlı görülebilmektedir.

Kalite başlığı altında yer alan “Kalite Yönetim Sistemi (K2)” kriterinin 4. sırada, “Ürün Kalitesi (K1)” kriterinin ise 16. sırada yer alması, kalite güvencesi ve süreç yönetimi gibi unsurların firmalar için önemli olduğunu göstermektedir. Özellikle kalite yönetim

sistemlerinin yüksek önem düzeyiyle değerlendirilmesi, sürdürülebilirlik ile kalite standartlarının birlikte ele alındığını ve kurumsal altyapının tedarik zinciri performansı üzerinde etkili olduğunu göstermektedir. Ürün kalitesinin diğer kriterlere göre daha alt sırada yer alması ise, karar vericilerin temel kalite beklentilerini zaten sağlamış bir koşul olarak değerlendirdiği ve farklılaşmayı başka kriterlerde aradığı şeklinde yorumlanabilir.

Kurumsal yapıya ilişkin kriterlerden “Teknoloji Kullanımı ve Dijitalleşme (K14)” kriterinin ikinci sırada yer alması dikkat çekicidir. Bu bulgu, firmaların dijitalleşmeyi yalnızca operasyonel verimlilik aracı olarak değil, aynı zamanda izlenebilirlik, şeffaflık ve veri temelli karar alma gibi çok boyutlu katkılar nedeniyle önceliklendirdiğini göstermektedir. Dijital altyapısı güçlü olan tedarikçilerin Endüstri 4.0’a uyum sağlama potansiyeli, tercih edilmelerinde belirleyici olmaktadır. “Finansal Güç ve İstikrar (K13)” kriterinin 5. sırada yer alması, firmaların güvenilir, kriz dönemlerinde ayakta kalabilen ve sürekli hizmet sunabilen tedarikçilerle çalışmak istediklerini göstermektedir. “Yasal Uyumluluk ve Regülasyonlar (K15)” kriterinin 10. sıradaki konumu ise, tedarikçilerin yasal risk taşımaması ve sektör mevzuatlarına uygun hareket etmesinin, uzun vadeli iş birlikleri için temel bir gereklilik olduğunu ortaya koymaktadır.

Hizmet kalitesi başlığı altında yer alan kriterlerden “Zamanında Teslimat Oranı (K3)” ve “İş Birliği ve İletişim Seviyesi (K5)” orta sıralarda yer almakta, bu da operasyonel süreçlerin güvenilirliğinin ve karşılıklı iletişimin hala önemli olduğunu göstermektedir. Ancak “Satış Sonrası Hizmet (K6)” ve “Esneklik ve Kriz Yönetimi (K4)” kriterlerinin sırasıyla 18. ve 19. sırada yer alması, karar vericilerin uzun vadeli hizmet sürdürülebilirliği veya kriz dönemine hazırlıklı olma gibi stratejik alanları daha az önceliklendirdiğini düşündürmektedir.

Maliyet boyutundaki kriterler, geleneksel tedarikçi seçim yaklaşımlarına kıyasla bu çalışmada görece daha düşük önemde değerlendirilmiştir. “Ürün Fiyatı (K16)” 15. sırada, “İndirim Politikası (K18)” 7. sırada, “Lojistik ve Taşıma Maliyetleri (K19)” ise 6. sırada yer almıştır. Özellikle ürün fiyatının alt sıralarda bulunması, firmaların kısa vadeli maliyet avantajı yerine, uzun vadeli değer yaratımı ve sürdürülebilirlik ilkelerini daha ön planda değerlendirdiğini göstermektedir. Maliyet faktörünün bu yeni yaklaşımda göreceli ağırlığını kaybettiği, ancak tamamen göz ardı edilmediği söylenebilir. “Ödeme Vadesi Kolaylığı (K17)” kriterinin 8. sırada olması ise, firmaların tedarikçilerden likidite desteği

veya finansal esneklik beklediğini, bu tür kolaylıkların orta düzeyde önem arz ettiğini göstermektedir.

Analiz sürecinin başında karar vericilerin ilk değerlendirmelerine göre yapılan sıralama ve Bulanık SWARA yöntemiyle yapılan analiz sürecinin sonunda elde edilen nihai ağırlıklı sıralama karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma, sezgisel değerlendirme ile analitik yöntemler arasında nasıl farklar oluştuğunu göstermesi açısından önemli bulgular sunmaktadır. Karar vericilerin öncelikli olarak önem verdiği kriterlerin başında Zamanında Teslimat Oranı (K3) ve Esneklik ve Kriz Yönetimi (K4) gelmektedir. Bu iki kriter, ilk sıralamada sırasıyla 1. ve 2. sırada yer alırken, analiz sonucu ortaya çıkan sıralamada oldukça gerilere düşmüştür (K3: 12. sıra, K4: 19. sıra). Bu durum, operasyonel süreçlerdeki güvenlik ve sürekliliğin sezgisel olarak önemli görülmesine karşın, sürdürülebilirlik, dijitalleşme ve kurumsal yapı gibi daha stratejik unsurların analiz sonucunda ön plana çıktığını göstermektedir. Dolayısıyla, karar vericiler kısa vadeli performans odaklı düşünürken, SWARA yöntemi uzun vadeli değer yaratma unsurlarını daha güçlü yansıtmaktadır.

Benzer şekilde, ilk sıralamada Atık Yönetimi ve Geri Dönüşüm (K9) kriteri yalnızca 8. sırada yer almışken, analiz sonucunda 1. sıraya yükselmiştir. Bu çarpıcı değişim, çevresel sürdürülebilirlik ve döngüsel ekonominin pratikte yeterince fark edilmediğini ancak sistematik analizle öncelikli hale geldiğini ortaya koymaktadır. Aynı şekilde, Alternatif Kaynak Kullanımı (K12) ilk sıralamada 17. sıradayken analiz sonucunda 3. sıraya taşınmıştır. Bu fark, karar vericilerin alternatif ve yenilenebilir kaynaklara yönelik stratejik önem algısının henüz yeterince yerleşmediğini, ancak karar destek yöntemlerinin bu gibi kriterleri öne çıkararak farkındalık yarattığını göstermektedir.

Yeşil kriterlerin genel olarak ilk sıralamada arka sıralarda yer almasına karşın, analiz sonuçlarında üst sıralara çıkması dikkat çekicidir. Örneğin; Çevre Dostu Hammaddeler Kullanımı (K7) ilk değerlendirmede 9. sıradayken analizde aynı sırayı korumuş, Karbon Ayak İzi ve Enerji Tüketimi (K8) ise ilk sıralamada 7. sıradayken analizde 11. sıraya gerilemiştir. Ancak özellikle K9 ve K12'deki sıçrama, sürdürülebilirlik kriterlerinin gerçek hayattaki önemi ile karar verici algısı arasındaki boşluğa işaret etmektedir.

Dijitalleşme kriteri olan Teknoloji Kullanımı ve Dijitalleşme (K14) ise karar vericiler tarafından ilk sıralamada 5. sırada yer almış, analizde ise 2. sıraya yükselmiştir. Bu uyum, dijitalleşmenin hem sezgisel hem de analitik olarak güçlü bir öncelik olduğunu

doğrulamaktadır. Buna karşın, ilk sıralamada yüksek öneme sahip olan Kalite Yönetim Sistemi (K2) ve Ürün Kalitesi (K1) gibi geleneksel kalite kriterlerinin analiz sonucunda daha alt sıralarda yer alması dikkat çekicidir. K2, ilk değerlendirmede 3. sıradayken analizde 4. sırada kalsa da K1'in ilk değerlendirmedeki 4. sıradan analizde 16. sıraya düşmesi, ürün kalitesinin artık tek başına belirleyici bir unsur olarak görülmediğini göstermektedir. Bu durum, tedarikçi seçiminde kalitenin artık "varsayılan" bir gereklilik olarak algılandığı, asıl fark yaratan kriterlerin ise çevresel, dijital ve kurumsal boyutta şekillendiğini göstermektedir.

Maliyet boyutundaki kriterlerde de dikkat çekici farklılıklar mevcuttur. Örneğin, Ürün Fiyatı (K16) karar vericilerce 14. sırada yer almış, analiz sonucunda ise yine 15. sırada kalmıştır. Lojistik ve Taşıma Maliyetleri (K19) ise karar verici sıralamasında son sıralarda (15. sıra) yer alırken analizde 6. sıraya yükselmiştir. Bu durum, karar vericilerin maliyet odaklı yaklaşımı nispeten geride tutmasına rağmen, özellikle taşıma maliyetlerinin operasyonel verimlilik açısından önemli olduğunun analitik olarak ortaya çıktığını göstermektedir. Genel olarak bakıldığında, karar vericilerin kısa vadeli, operasyonel performansa dayalı değerlendirmeleri ile analitik yöntemle elde edilen uzun vadeli, stratejik değer odaklı sıralama arasında dikkat çekici farklar olduğu gözlemlenmektedir. Özellikle çevresel sürdürülebilirlik kriterlerinin analizde üst sıralara yükselmesi, bu alanlardaki farkındalığın karar destek yöntemleri aracılığıyla güçlendiğini ve karar vericilerin algılarını dönüştürebilecek bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda çalışma yalnızca bir seçim aracı sunmakla kalmamış, aynı zamanda karar alma süreçlerine stratejik ve sürdürülebilir bir perspektif kazandırmıştır.

Tüm bu bulgular, günümüzde tedarikçi seçim süreçlerinde çok boyutlu bir yapı benimsendiğini açıkça ortaya koymaktadır. Firmalar yalnızca maliyet veya kalite gibi geleneksel kriterlerle değil, aynı zamanda sürdürülebilirlik, dijitalleşme, yasal uygunluk ve kurumsal dayanıklılık gibi stratejik unsurları da karar sürecine dahil etmektedir. Özellikle sürdürülebilirlik boyutunda yer alan kriterlerin üst sıralarda yer alması, çevre dostu ve sorumlu tedarik zincirlerinin inşasında ciddi bir bilinç oluştuğunu göstermektedir. Bu sonuç, sadece çevresel faydayı değil; aynı zamanda rekabet avantajı, kurumsal imaj ve uzun vadeli tedarik güvenliğini de destekleyen bir tercih yapısının benimsendiğine işaret etmektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, tedarikçi seçiminde karar vericilerin; çevresel sürdürülebilirlik, kalite güvencesi, dijital yetkinlik, kurumsal istikrar ve hizmet kalitesini öncelikledikleri, buna karşın maliyet unsurlarını daha alt sıralarda konumlandıkları görülmektedir. Bu durum, firmaların uzun vadeli değer yaratma ve stratejik tedarik yönetimi vizyonunu benimsediklerine işaret etmektedir. Ancak bazı önemli kriterlerin (örneğin kriz yönetimi, satış sonrası hizmet, inovasyon kapasitesi) görece düşük düzeyde değerlendirilmesi, mevcut değerlendirme sistemlerinin bu alanlarda geliştirilmeye açık olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda, tedarikçi değerlendirme süreçlerinin yalnızca mevcut performansa değil, geleceğe dönük kapasitelere de odaklanacak şekilde revize edilmesi önerilmektedir.

Bu çalışmada, tedarikçi performansının yalnızca maliyet ya da kalite gibi tek boyutlu ölçütlerle değerlendirilmesinin karar alma süreçlerinde yetersiz kalabileceği düşüncesinden hareketle; kalite, hizmet düzeyi, sürdürülebilirlik ve yeşil uygulamalar, kurumsal yetkinlikler ve maliyet başlıkları altında gruplanmış toplam 19 kriter temelinde bütüncül bir değerlendirme yaklaşımı benimsenmiştir. Bu kriterler, yalnızca mevcut performansı değil, aynı zamanda tedarikçilerin uzun vadeli stratejik katkı potansiyelini de kapsamlı biçimde analiz etmeye olanak tanımaktadır.

İlk aşamada, karar vericilerin görüşlerine başvurularak kriterlerin göreceli önem dereceleri Bulanık SWARA yöntemi ile belirlenmiş; böylece her kriterin karar verme sürecindeki ağırlığı matematiksel olarak ortaya konmuştur. İkinci aşamada ise, elde edilen ağırlıklar kullanılarak Bulanık TOPSIS yöntemi uygulanmış ve her bir tedarikçiye ait performans puanları (yakınlık katsayıları) hesaplanmıştır. Bu puanlar, ideal ve negatif ideal çözüm noktalarına olan uzaklıklar dikkate alınarak her bir tedarikçinin genel başarı düzeyini yansıtmaktadır.

Elde edilen sonuçlara göre T4 tedarikçisi, 0,0385 yakınlık katsayısı ile en yüksek puanı alarak listenin ilk sırasında yer almıştır. T4'ün bu başarısında, özellikle çevre dostu hammadde kullanımı, atık yönetimi, sürdürülebilir lojistik çözümler ve karbon ayak izinin azaltılmasına yönelik uygulamalar gibi sürdürülebilirlik odaklı kriterlerde sergilediği yüksek performansın belirleyici olduğu görülmektedir. Ayrıca, firmanın teknolojik altyapısı, dijitalleşme düzeyi ve kalite yönetim sistemine uygunluğu da stratejik açıdan güçlü bir profil oluşturmaya katkı sağlamıştır. Bu bağlamda T4,

yalnızca güncel performansı ile değil, aynı zamanda geleceğe dönük stratejik iş birliği potansiyeliyle de dikkat çekmektedir.

İkinci sırada yer alan T5 tedarikçisi ise 0,0347'lik skoruyla öne çıkmış; özellikle hizmet kalitesi, zamanında teslimat oranı, müşteriyle kurulan güçlü iletişim ve satış sonrası destek konularında yüksek puanlar alarak rekabetçi bir konum elde etmiştir. Aynı zamanda maliyet kriterleri altında değerlendirilen fiyat rekabetçiliği, ödeme vadesi esnekliği ve taşıma maliyetlerinin uygunluğu da T5'in tercih edilebilirliğini artıran unsurlar arasında yer almıştır.

T3 tedarikçisi, 0,0296 değerindeki yakınlık katsayısı ile üçüncü sırada yer almıştır. Bu tedarikçi dengeli bir profil sergilemekte olup; kalite, sürdürülebilirlik ve hizmet gibi temel alanlarda ortalamanın üzerinde bir performans göstermiştir. Özellikle çevresel etkileri azaltmaya yönelik proses geliştirme yetkinliği ve alternatif kaynak kullanımı gibi kriterlerde sağladığı katkılar, çevresel sorumluluk açısından olumlu bir izlenim yaratmıştır.

T1 ve T2 tedarikçileri ise sırasıyla 0,0274 ve 0,0264 yakınlık katsayısıyla dördüncü ve beşinci sıralarda yer almıştır. Bu iki tedarikçi bazı kriterlerde olumlu nitelikler taşısa da özellikle sürdürülebilirlik, çevreci uygulamalar ve dijital altyapı kullanımı gibi stratejik açılardan görece daha düşük performans göstermişlerdir. Özellikle T2'nin hem hizmet kalitesi hem de teknolojik yeterlilik açısından diğer adaylara kıyasla daha zayıf bir profil çizdiği görülmektedir.

Bu bulgular, sürdürülebilir tedarikçi seçiminin yalnızca geleneksel maliyet odaklı yaklaşımlarla gerçekleştirilemeyeceğini; çevresel duyarlılık, dijital uyum, hizmet kalitesi ve stratejik esneklik gibi faktörlerin entegre edilmesinin, tedarik zincirinin uzun vadeli başarısı açısından kritik olduğunu ortaya koymaktadır. Tedarikçilerin performansı, sadece ürün teslim süresi ya da fiyat avantajı gibi kısa vadeli çıktılarla değil; aynı zamanda işletmenin çevresel hedefleri, inovasyon stratejileri ve yasal uyum süreçleriyle bütünlük içinde değerlendirilmelidir.

Sonuç olarak, Bulanık SWARA ve Bulanık TOPSIS yöntemlerinin birlikte kullanılması, karmaşık karar verme süreçlerinde çok kriterli değerlendirme ihtiyaçlarına yanıt verebilecek sistematik ve nesnel bir yaklaşım sunmaktadır. Böylece tedarikçi seçiminin hem bugünkü performansı hem de geleceğe dönük stratejik uyumu yansıtan sağlıklı temellere dayanmasını mümkün kılmaktadır.

5.2 Öneriler

Bu çalışmadan elde edilen bulgular, tedarikçi seçiminde geleneksel maliyet ve kalite kriterlerinin ötesine geçilerek çok boyutlu, stratejik ve sürdürülebilir bir yaklaşım benimsenmesi gerektiğini açıkça ortaya koymaktadır. Günümüz rekabet ortamında firmalar, tedarik zincirlerini sadece ekonomik performansla değil, çevresel sürdürülebilirlik, dijitalleşme ve risk yönetimi gibi kritik boyutlarla bütüncül bir şekilde ele almak zorundadır. Bu bağlamda, sürdürülebilir tedarikçi seçimi hem çevresel sorumlulukların yerine getirilmesi hem de operasyonel verimlilik ve esneklik sağlanması için temel bir gereklilik haline gelmiştir. Özellikle çevresel sürdürülebilirlik kriterleri, tedarikçi değerlendirme sürecinde en yüksek önceliğe sahip unsurlar olarak öne çıkmaktadır. Atık yönetimi ve geri dönüşüm uygulamaları, alternatif ve yenilenebilir kaynakların kullanımı gibi çevresel performans göstergeleri, sadece yasal uyumluluk açısından değil, aynı zamanda işletmenin yeşil değer yaratma ve kurumsal sosyal sorumluluk bilincini yansıtmaları bakımından da kritik önemdedir. Çalışmada, özellikle “Atık Yönetimi ve Geri Dönüşüm” ile “Alternatif Kaynak Kullanımı” gibi kriterlerin yüksek öncelik alması, işletmelerin sürdürülebilirlik stratejilerini tedarikçi seçiminde temel bir faktör olarak değerlendirdiklerini göstermektedir. Bu nedenle, çevresel performans göstergelerinin sistematik izlenmesi, raporlanması ve tedarikçi değerlendirme süreçlerine entegre edilmesi önem arz etmektedir. Karbon ayak izi, yenilenebilir hammadde kullanımı ve döngüsel ekonomi ilkeleri, işletmelerin uzun vadeli sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmasında yol gösterici ölçütler olarak kullanılmalıdır.

Dijitalleşme ve teknolojik altyapı da sürdürülebilir tedarik zincirlerinin ayrılmaz bir parçasıdır. Tedarikçilerin dijital yetkinlikleri, Endüstri 4.0 teknolojilerine adaptasyonu, tedarik zincirinde görünürlük, izlenebilirlik ve veri odaklı karar alma süreçlerinin etkinliğini artırmaktadır. Sensör tabanlı izleme sistemleri, blokzincir teknolojisi ve otomasyon uygulamaları gibi yenilikçi teknolojiler, tedarik zincirinde şeffaflığı ve güvenilirliği artırırken, aynı zamanda çevresel performansın daha doğru ve hızlı değerlendirilmesini sağlamaktadır. Bu bağlamda, “Teknoloji Kullanımı ve Dijitalleşme” kriterinin yüksek önem derecesine sahip olması, firmaların dijital dönüşümü stratejik bir öncelik olarak benimsediklerinin açık göstergesidir. Operasyonel mükemmellik de sürdürülebilir tedarikçi seçiminde önemli bir rol oynamaktadır. “Zamanında Teslimat” ve “İş birliği ve İletişim Seviyesi” gibi hizmet kalitesi unsurları, tedarik zincirinin kesintisiz

ve etkin işlemlerini sağlamak için vazgeçilmezdir. Ancak sadece operasyonel performansın güçlü olması, uzun vadeli başarı için yeterli değildir. Satış sonrası hizmet kalitesi, müşteri memnuniyeti ve tedarikçi ile sürdürülebilir iş birliği ortamının devamlılığı, değerlendirilen diğer önemli unsurlardandır. Bu açıdan, hizmet kalitesi ve kurumsal istikrar kriterleri, sürdürülebilir iş ortaklıklarının temel yapı taşları olarak görülmelidir.

Aynı zamanda çalışmanın bulguları kriz yönetimi ve tedarikçi esnekliği gibi risk odaklı kriterlerin mevcut değerlendirme sistemlerinde yeterince önceliklendirilmediğini göstermektedir. Günümüzün hızla değişen, belirsizliklerle dolu iş ortamında, tedarikçilerin kriz anlarında hızlı ve etkili şekilde adapte olabilme yeteneği, tedarik zincirinin dayanıklılığı için kritik önemdedir. Esneklik, yenilikçilik ve risk yönetimi kapasitesinin artırılması, sürdürülebilir tedarikçi seçiminde ihmal edilmemesi gereken stratejik boyutlardır. Bu nedenle, “Esneklik ve Kriz Yönetimi” kriterlerinin tedarikçi değerlendirmelerinde daha görünür hale getirilmesi ve bu alanlarda tedarikçilerin kapasite geliştirilmesi desteklenmelidir.

Maliyet kriterleri ise, firmaların stratejik vizyonuna paralel olarak diğer faktörlerin gerisinde kalmakla birlikte tamamen göz ardı edilmemektedir. Rekabetçi fiyatlandırma, ödeme kolaylıkları ve lojistik maliyet optimizasyonu, finansal sürdürülebilirlik ve tedarikçi ilişkilerinin sağlıklı yönetimi için gereklidir. Ancak firmalar, sürdürülebilirlik, çevresel sorumluluk ve operasyonel mükemmellik gibi alanlarda sağlanan katma değeri göz önünde bulundurarak maliyet kriterlerini ikinci planda değerlendirmeyi tercih etmektedir. Bu yaklaşım, kısa vadeli maliyet avantajlarından çok uzun vadeli değer yaratımına odaklanmayı mümkün kılmaktadır.

Sonuç olarak, yeşil ve sürdürülebilir tedarikçi seçimi, çok kriterli ve dengeli bir değerlendirme sisteminin parçası olmalıdır. Firmalar, tedarikçi seçim süreçlerini yalnızca mevcut performans göstergeleriyle sınırlandırmayıp, aynı zamanda geleceğe dönük sürdürülebilirlik kapasitesi, dijital uyum, inovasyon yetkinliği ve risk yönetimi gibi dinamik boyutları da kapsamlı bir şekilde ele almalıdır. Bu doğrultuda, karar alma süreçlerinde bulanık çok kriterli karar verme tekniklerinin (örneğin Bulanık SWARA ve Bulanık TOPSIS) kullanılması, objektif, sistematik ve şeffaf değerlendirmeler yaparak yeşil tedarikçi seçiminin etkinliğini artıracaktır.

Ayrıca, başlangıçta düşük öncelikli gibi görülen “Satış Sonrası Hizmet”, “Esneklik ve Kriz Yönetimi” ve “İnovasyon Kapasitesi” gibi kriterlerin, tedarik zincirinde yaşanabilecek beklenmedik değişimlere ve sürdürülebilirlik risklerine karşı önemli tamponlar oluşturduğu unutulmamalıdır. Bu alanlarda farkındalığın artırılması, eğitim programlarının geliştirilmesi ve tedarikçilerin bu yetkinliklerini artırmalarına yönelik destek mekanizmalarının oluşturulması, yeşil tedarikçi portföyünün dayanıklılığını ve rekabet gücünü artıracaktır.

Firmaların sürdürülebilirlik odaklı tedarikçi politikalarını kalıcı hale getirmek için düzenli performans izleme, denetim mekanizmaları ve sürdürülebilirlik raporlama sistemleri kurmaları büyük önem taşımaktadır. Bu sayede, tedarikçi performansı sadece seçim aşamasında değil, iş birliği süreci boyunca da sürekli takip edilerek iyileştirilme fırsatları yakalanacaktır. Böylece, tedarik zincirinde karşılıklı güvene dayalı, uzun vadeli ve sürdürülebilir iş ilişkileri tesis edilmesi mümkün olacaktır. Özetle, yeşil tedarikçi seçimi; çevresel faydalar sağlamanın yanı sıra, şirketlerin kurumsal sosyal sorumluluk vizyonuna uyumlu, toplumsal değer yaratan ve ekonomik sürdürülebilirliği destekleyen bütüncül bir strateji olarak ele alınmalıdır. Bu yaklaşım, firmaların rekabetçi avantajlarını güçlendirecek, tedarik zincirinin tüm paydaşları için kalıcı ve sürdürülebilir faydalar yaratacaktır. Geleceğin başarılı ve dayanıklı tedarik zincirleri, sürdürülebilirlik, dijitalleşme ve risk yönetimini dengeli ve entegre bir şekilde yönetebilen firmaların ellerinde şekillenecektir.

Yeşil tedarik zinciri yönetimi, çevresel sürdürülebilirlik ilkeleri doğrultusunda üretim ve tedarik süreçlerinin yeniden yapılandırılmasını hedefleyen disiplinler arası bir çalışma alanı olarak son yıllarda önemli bir akademik ivme kazanmıştır. Bu alanda gerçekleştirilen çalışmalar çoğunlukla sürdürülebilirlik temelli tedarikçi değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi, çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanımıyla tedarikçi seçimi, karbon ayak izi azaltımı, yeşil lojistik uygulamaları ve döngüsel ekonomi pratiklerine odaklanmaktadır. Ancak alan yazındaki bu artışa rağmen, konunun farklı boyutlarını ele alan bütüncül ve yenilikçi yaklaşımlara duyulan ihtiyaç halen devam etmektedir. Bu çerçevede, gelecekte yapılacak akademik çalışmalara yön verecek çeşitli öneriler ve açık alanlar aşağıda ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Öncelikle, yeşil tedarikçi seçiminde sektörel farklılıkların daha derinlemesine incelenmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Mevcut çalışmalar genellikle otomotiv, elektronik

ya da büyük ölçekli imalat sanayi üzerine yoğunlaşmakta; inşaat, tarım, gıda ya da hizmet sektörü gibi alanlarda yeşil tedarik uygulamalarının nasıl farklılaştığına ilişkin yeterli ampirik veri sunmamaktadır. Bu nedenle sektöre özgü sürdürülebilirlik kriterlerinin belirlenmesi, yerel ve bölgesel bağlamlara duyarlı analizlerin yapılması araştırma açısından değerli bir boşluk alanı olarak öne çıkmaktadır.

Buna ek olarak, küçük ve orta ölçekli işletmelerin (KOBİ) yeşil tedarik uygulamalarına entegrasyonu hâlen sınırlı düzeyde incelenmektedir. KOBİ'ler, kaynak yetersizlikleri, teknik uzmanlık eksiklikleri ve uzun vadeli stratejik planlamaya duyulan mesafeli yaklaşımları nedeniyle sürdürülebilir tedarik stratejilerinde yeterince temsil edilmemektedir. Bu noktada, KOBİ'lerin çevreye duyarlı tedarik politikaları geliştirme süreçlerinde karşılaştıkları yapısal ve davranışsal engellerin detaylı biçimde analiz edilmesi, kamu politikalarının ve destek programlarının daha etkili tasarlanmasına da katkı sağlayacaktır.

Öte yandan, mevcut alan yazında sürdürülebilirlik kavramı sıklıkla “çevresel” boyutla sınırlandırılmakta, sosyal ve yönetsel sürdürülebilirlik unsurları ikincil düzeyde ele alınmaktadır. Bu durum, özellikle tedarikçilerin çalışma koşulları, insan haklarına saygı, toplumsal etki gibi sosyal sorumluluk göstergelerinin ihmal edilmesine yol açmaktadır. Dolayısıyla gelecekteki araştırmalarda, yeşil tedarik zincirinin sosyal boyutunu da içeren daha kapsayıcı çerçevelerin geliştirilmesi önem arz etmektedir.

Ayrıca, sürdürülebilir tedarikçi değerlendirme sistemlerinde yapay zekâ, makine öğrenmesi ve büyük veri analitiği gibi dijital teknolojilerin kullanımına yönelik çalışmalar henüz emekleme aşamasındadır. Oysa bu tür teknolojiler, çevresel performans izleme, risk tahmini, tedarikçi davranış analizleri ve karar destek sistemlerinin otomasyonu gibi çok sayıda alanda devrimsel katkılar sunabilir. Bu nedenle yeşil tedarik zinciri yönetimi ile Endüstri 4.0 uygulamalarının entegrasyonuna dönük modelleme çalışmaları, alan yazındaki güncel ve gelecek vaat eden yönelimler arasındadır.

Bir başka önemli alan ise, tedarik zinciri kırılganlığı ve dayanıklılığı ile sürdürülebilirlik kriterlerinin birlikte ele alınmasıdır. Pandemi, doğal afetler, jeopolitik riskler gibi belirsizliklerin giderek arttığı bir dünyada, sadece çevre dostu olmak değil; aynı zamanda esnek, adaptif ve operasyonel sürekliliğe sahip bir tedarik ağına sahip olmak da kritik hale gelmiştir. Ancak bu iki yön çoğu zaman farklı çalışmalarda ele alınmakta, bütüncül bir

şekilde modellenmemektedir. Bu açıdan sürdürülebilirlik ile dayanıklılık arasındaki ilişkiyi teorik ve ampirik düzeyde irdeleyen çalışmaların sayıca artırılması gerekmektedir.

Son dönemde giderek artan çevresel farkındalık ve küresel sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda, yeşil tedarik zinciri yönetimi konusu yalnızca çevre temelli bir yaklaşım olmaktan çıkmış; toplumsal, teknolojik ve yönetsel boyutları da içeren çok disiplinli bir araştırma alanına dönüşmüştür. Bu kapsamda, öğrenciler ve genç araştırmacıların, yeşil tedarik zincirlerinde blok zincir teknolojisinin izlenebilirliğe olan katkısı, karbon vergisi politikalarının tedarikçi seçim süreçlerine etkisi, kadın girişimciliği ile sürdürülebilir tedarik arasındaki ilişki, sosyal medya verileri üzerinden sürdürülebilir tedarikçi algısının analizi ve gelişmekte olan ülkelerde kamu alımlarında yeşil tedarik uygulamalarının değerlendirilmesi gibi özgün ve güncel temalara yönelmesi önem arz etmektedir.

Bu tür çalışma konuları, yalnızca teorik alan yazına katkı sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda karar vericilere yönelik uygulanabilir politika önerileri geliştirilmesine de imkân sunmaktadır. Bu bağlamda, öğrencilerin ve akademisyenlerin mevcut alan yazındaki boşlukları dikkatle analiz etmeleri; veri temelli, disiplinler arası ve yenilikçi yaklaşımlar benimseyerek çevresel duyarlılığı stratejik yönetim perspektifiyle bütünleştiren çalışmalar üretmeleri hem akademik anlamda hem de sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda kritik bir değer taşımaktadır.

Son yıllarda sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin küresel ölçekte kurumsal politika ve uygulamalara yön vermesi, işletmeleri çevresel sorumluluklarını yeniden tanımlamaya ve bu doğrultuda kapsamlı yapısal dönüşümler gerçekleştirmeye zorlamaktadır. Bu dönüşüm, yalnızca çevre odaklı ya da büyük ölçekli işletmelerin değil, farklı sektör ve büyüklükteki tüm kurumların stratejik gündeminde öncelikli bir yer edinmiştir. Kurumların bu dönüşümü başarabilmesi için ilk ve en kritik adım, mevcut tedarik süreçlerini çok boyutlu bir çevresel performans perspektifinden ele alarak değerlendirmeler yapmasıdır. Bu değerlendirme süreci, sadece doğrudan emisyonlar veya atık miktarları gibi görünür çıktılarla sınırlı kalmamalı; enerji kullanımı, tedarikçilerin çevre dostu sertifikasyon düzeyi, yenilenebilir kaynak kullanımı ve lojistik süreçlerin karbon ayak izi gibi bir dizi kapsamlı göstergenin sistematik şekilde incelenmesini içermelidir. Böyle kapsamlı ve detaylı bir analiz, işletmelerin tedarik zinciri boyunca iyileştirme alanlarını objektif olarak belirleyebilmesine ve stratejik yol haritalarını çevresel sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda şekillendirebilmesine olanak tanır. Bu

çerçeve, tedarikçi değerlendirme sistemlerinin yeniden yapılandırılması büyük önem kazanır. Geleneksel olarak maliyet, kalite ve teslimat süresi gibi klasik metriklerle dayalı tedarikçi seçim süreçleri, artık çevresel sürdürülebilirlik kriterleriyle desteklenmelidir. Tedarikçilerin ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi belgesi sahipliği, enerji verimliliği uygulamaları, atık yönetim sistemleri, yeşil paketleme çözümleri ve karbon ayak izi ölçüm faaliyetleri gibi kriterlerin performans değerlendirmelerine dahil edilmesi, sürdürülebilir tedarikçi ağlarının oluşturulmasını sağlar. Böyle bir bütünlük yaklaşım, yalnızca çevreye duyarlılığı artırmakla kalmaz; aynı zamanda kurumsal hedeflerle uyumlu ve uzun vadeli değer yaratan tedarikçi ilişkilerinin inşasında da temel teşkil eder. Kurumların tedarikçi seçiminde bu çevresel göstergeleri önceliklendirmesi, yeşil dönüşüm stratejilerinin başarısında belirleyici bir faktör olarak öne çıkar.

Yeşil dönüşümün başarısı, sadece politika oluşturmakla kalmayıp, bu politikaların işletme kültürüne ve iç süreçlerine derinlemesine nüfuz etmesini gerektirir. Bu noktada, kurum kültürünün çevresel hassasiyet temelinde yeniden şekillendirilmesi yani bir içsel dönüşümün gerçekleştirilmesi zorunludur. Yeşil liderlik anlayışının teşvik edilmesi, tüm çalışanların sürdürülebilirlik bilinciyle donatılması ve karar alma mekanizmalarında çevresel etkilerin her zaman önceliklendirilmesi bu içsel dönüşümün temel dinamiklerini oluşturur. Sürdürülebilirlik, yalnızca dışa dönük bir imaj ve iletişim aracı olmaktan çıkmalı; işletmenin günlük operasyonlarına ve uzun vadeli stratejilerine entegre olmuş, vazgeçilmez bir standart haline gelmelidir. Bu bağlamda, kurum içi eğitim programları, sürdürülebilirlik performansını izleme ve teşvik sistemleri ile çalışan katılımını artırıcı uygulamalar, kültürel dönüşümün kalıcı olmasını sağlayacak temel unsurlardır.

Teknolojinin bu sürece entegrasyonu ise dönüştürücü bir rol üstlenir. Dijital izleme sistemleri, karbon hesaplama araçları, tedarik zinciri analitiği ve karar destek sistemleri gibi ileri teknolojik çözümler, çevresel performansın nesnel, şeffaf ve anlık biçimde takip edilmesini mümkün kılar. Bu sayede işletmeler, yalnızca mevcut durumlarını izlemekle kalmayıp, veri odaklı ve sürekli iyileştirmeye açık süreçler geliştirebilirler. Ayrıca, blok zincir tabanlı izlenebilirlik çözümleri, tedarik zincirinin her aşamasında çevresel standartlara uyumu garanti ederek hem regülasyonlara uyumu kolaylaştırmakta hem de tüketici ve paydaş güvenini güçlendirmektedir. Bu teknolojik altyapının etkin kullanımı, kurumsal sürdürülebilirlik stratejilerinin başarısına doğrudan katkı sağlar ve işletmelerin çevresel etkilerini minimize etmelerini destekler.

Bununla birlikte, sürdürülebilirlik yolculuğunda dış paydaşlarla kurulacak güçlü ve uzun vadeli iş birlikleri, stratejik öneme sahiptir. Tedarikçilerle çevresel performans hedeflerine dayalı ortaklıklar geliştirmek, yeşil tedarik zincirinin işletme sınırlarının ötesine taşınmasını sağlar. Ortak kapasite geliştirme projeleri, çevre odaklı denetim sistemleri ve sürdürülebilirlik hedeflerinin birlikte belirlenmesi, sadece tedarikçi bağlılığını artırmakla kalmaz; aynı zamanda genel sürdürülebilirlik performansının bütüncül biçimde iyileşmesine de zemin hazırlar. Böyle bir iş birliği yaklaşımı, kurumsal sürdürülebilirlik stratejilerinin başarıyla hayata geçirilmesinde kritik bir rol oynar ve tüm değer zincirinde yeşil uygulamaların yaygınlaşmasını teşvik eder.

Ayrıca, sürdürülebilirlik hedeflerinin kurumsal stratejilere tam entegre edilmesi ve bu hedefler doğrultusunda kaynakların etkin biçimde tahsis edilmesi, dönüşüm sürecinin sürekliliği için vazgeçilmezdir. Özellikle küçük ve orta ölçekli işletmeler açısından, sürdürülebilirlik yatırımlarına yönelik kamu destekleri, vergi teşvikleri ve sektör bazlı fonların aktif kullanımı, dönüşüm kapasitesini artırmada belirleyici olacaktır. Bu tür teşvikler, firmaların sürdürülebilirlik gündemlerini daha sistematik, ölçülebilir ve uygulanabilir hale getirmelerine yardımcı olurken, yeşil dönüşümün ekonomik sürdürülebilirliğini de destekler.

Sonuç olarak, yeşil tedarik zinciri yönetimi, çevreye duyarlı bir yaklaşım olmanın ötesinde, işletmelerin rekabet gücünü artıran, paydaş ilişkilerini derinleştiren ve uzun vadeli riskleri azaltan stratejik bir yönetim biçimine dönüşmüştür. Kurumların bu vizyonu benimseyerek, süreçlerini, yapısını ve iş birliklerini sürdürülebilirlik ekseninde yeniden kurgulamaları, sadece çevresel sorumluluklarını yerine getirmelerini sağlamaz; aynı zamanda küresel değer zincirlerinde sürdürülebilir bir aktör olarak konumlanmalarına da olanak tanır. Özellikle disiplinler arası bilgi sistemleri ve ileri teknolojilerle desteklenen bütüncül, katılımcı ve esnek yeşil dönüşüm stratejileri, işletmelere hem bugünü hem de geleceği şekillendirme gücünü sunacaktır. Böylelikle kurumlar, çevresel, sosyal ve ekonomik boyutları bir arada ele alan sürdürülebilir yönetim anlayışı ile hem paydaşlarına hem de gelecek nesillere karşı sorumluluklarını en etkin şekilde yerine getirebilecektir.

Yeşil tedarik zinciri yönetimi, sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle bütünleşen çok boyutlu bir kavramsal yapıya sahiptir. Ancak, mevcut alan yazın incelendiğinde, bu alanın hâlâ derinleştirilmeye açık önemli yönleri olduğu görülmektedir. Gelecek araştırmalar açısından, yalnızca çevresel performans kriterleri değil, aynı zamanda

ekonomik ve sosyal sürdürülebilirliğin de entegre biçimde ele alındığı modellerin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Öncelikle, sürdürülebilir tedarik kararlarının örgütsel davranışlar, kurumsal kültür ve liderlik yaklaşımları ile ilişkisini ele alan ampirik çalışmalar yetersizdir. Bu bağlamda, yönetsel bağlılık, çalışan katılımı ve örgütsel öğrenme gibi kavramların sürdürülebilirlik uygulamalarıyla etkileşimini merkeze alan araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun yanı sıra, iklim politikaları, çevre vergileri ve karbon fiyatlandırması gibi makro düzeydeki düzenlemelerin firma düzeyindeki tedarikçi seçim kararlarını nasıl etkilediği, özellikle gelişmekte olan ülkelerde henüz kapsamlı biçimde analiz edilmemiştir. Bu eksiklik, kamu politikalarının etkinliğini değerlendiren, çok düzeyli yapısal modellerin geliştirilmesini gündeme getirmektedir.

Teknolojik boyut açısından ise, dijital dönüşüm süreçlerinin —özellikle nesnelerin interneti, yapay zekâ ve blok zincir gibi yeni teknolojilerin— yeşil tedarik zincirleri üzerindeki dönüştürücü etkisini ölçümleyen çalışmalar artmakla birlikte, bu teknolojilerin farklı sektörlerdeki uygulama düzeylerini karşılaştırmalı biçimde ele alan araştırmalar hâlen sınırlıdır. Bu doğrultuda, dijital sürdürülebilirlik kavramı üzerine odaklanan, sektörel karşılaştırmalara dayalı ampirik analizlerin gerçekleştirilmesi önemli bir açığı kapatacaktır. Ayrıca, tüketici yönelimlerinin ve toplumsal algının yeşil tedarik uygulamalarına etkisi de yeterince incelenmemiş konular arasındadır. Özellikle sosyal medya analizleri, kamuoyu duyarlılığının ölçülmesi, sürdürülebilirlik raporlaması ile halkla ilişkiler stratejileri arasındaki ilişki gibi konular, disiplinler arası çalışmalara uygun bir zemin sunmaktadır.

Gelecek çalışmalarda farklı yöntemsel yaklaşımların kullanılması da önerilmektedir. Örneğin bulanık mantık, çok kriterli karar verme yöntemleri, sistem dinamiği ve simülasyon tabanlı analizler gibi metodolojik araçlarla hem belirsizlik hem de karmaşıklık düzeyi yüksek olan sürdürülebilir tedarik süreçleri daha sağlıklı bir şekilde modellendirilebilir. Bu yöntemlerin saha verileri ile desteklenmesi, akademik çıktıların uygulama alanında geçerliliğini artıracaktır.

Sonuç olarak, yeşil tedarik zinciri yönetimi alanında yapılacak yeni çalışmalar, yalnızca çevresel hedeflerin değil; aynı zamanda toplumsal adaletin, yönetsel verimliliğin ve teknolojik yeniliğin bütüncül bir biçimde ele alınmasını mümkün kılacaktır. Disiplinler arası yaklaşım, kapsamlı veri analitiği ve yerel koşullara duyarlı çözüm önerileriyle

desteklenen gelecek araştırmalar hem alan yazına nitelikli katkı sunacak hem de sürdürülebilir kalkınma yönündeki stratejik hedeflere hizmet edecektir.



KAYNAKÇA

- Acar, A. Z., & Köseoğlu, A. M. (2014). *Lojistik yaklaşımıyla tedarik zinciri yönetimi*. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Adanır, E. (2022). *Bütünleşik çok kriterli karar verme yaklaşımı ile boya sektöründe stratejik hammadde ve tedarikçi seçimi* (Yüksek lisans tezi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Ekonometri Anabilim Dalı). Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Ageron, B., Gunasekaran, A. and Spalanzani, A. (2012). “Sustainable Supply Management: An Empirical Study”, *International Journal Of Production Economics*, 140(1), 168–182. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.04.007>
- Akben, İ. (2021). Yeşil tedarik zinciri uygulamalarına ilişkin Gaziantep organize sanayi bölgesinde bir araştırma. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 18(1), 456-477. <https://doi.org/10.33437/ksusbd.821261>
- Akman, G., & Alkan, A. (2006). Tedarik Zinciri Yönetiminde Bulanık AHP yöntemi kullanılarak tedarikçilerin performansının ölçülmesi: Otomotiv Yan Sanayiinde bir uygulama. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 5(9), 23-46.
- Alişarlı, E. (2021). *Swara ve copras yöntemleriyle tedarikçi performans değerlendirmesi* (Yüksek lisans tezi, İstanbul Ticaret Üniversitesi, İşletme Anabilim Dalı). İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Koleksiyonu
- Andersén, J. (2021). A relational natural-resource-based view on product innovation: The influence of green product innovation and green suppliers on differentiation advantage in small manufacturing firms. *Technovation*, 104, 102254. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2021.102254>
- Andersen, P. H. and Rask, M. (2003). “Supply Chain Management: New Organisational Practices For Changing Procurement Realities.” *Journal Of Purchasing and Supply Management*, 9(2), 83–95. [https://doi.org/10.1016/S1478-4092\(02\)00037-7](https://doi.org/10.1016/S1478-4092(02)00037-7)
- Appolloni, A., Sun, H., Jia, F., & Li, X. (2014). Green Procurement in the private sector: a state of the art review between 1996 and 2013. *Journal of Cleaner Production*, 85, 122-133. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.08.106>
- Ardalı, Z. (2020). *Bulanık AHP ve bulanık aksiyomatik tasarım ile yeşil tedarikçi seçimi* (Yüksek lisans tezi, Sakarya Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı). 2020 Yüksek Lisans Tezleri Koleksiyonu.
- Arslan, H. M. ve Uysal, H. T. (2017). ELECTRE I yöntemi ile en uygun tedarikçinin belirlenmesi: Ahşap sektörü uygulaması. *Düzce Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(1), 44-57.
- Awasthi, A., Govindan, K., & Gold, S. (2018). Multi-tier sustainable global supplier selection using a fuzzy AHP-VIKOR based approach. *International Journal of Production Economics*, 195, 106-117. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.10.013>

- Bahreini, P., & Erdebili, B. (2024). Supplier Selection in the Context of Industry 4.0 Using Hybrid DEA-SMART Method. *International Journal of Supply & Management*, 11(2). <http://doi.org/10.22034/ijssom.2024.110280.3021>
- Banaeian, N., Mobli, H., Nielsen, I. E., & Omid, M. (2015). Criteria definition and approaches in green supplier selection—a case study for raw material and packaging of food industry. *Production & Manufacturing Research*, 3(1), 149-168. <https://doi.org/10.1080/21693277.2015.1016632>
- Baskaran, V., Nachiappan, S. and Rahman, S. (2012). “Indian Textile Suppliers’ Sustainability Evaluation Using The Grey Approach”, *International Journal Of Production Economics*, 135, 647–658. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2011.06.012>
- Başköy, T. (2024). *Yeşil tedarik zinciri yönetimi ve çevresel performans arasındaki ilişkide yeşil inovasyonun aracılık etkisi* (Yüksek lisans tezi, Ordu Üniversitesi). Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Bayramoğlu, S. (2022). *Bulanık çok kriterli karar verme yöntemleri ile rüzgâr santrali yer seçimi* (Master's thesis, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Bhatia, M. S., & Gangwani, K. K. (2021). Green supply chain management: Scientometric review and analysis of empirical research. *Journal of cleaner production*, 284, 124722. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124722>
- Borissova, D. & Atanassova, Z. A. (2018). Multi-criteria decision methodology for supplier selection in building industry. *International Journal of 3-D Information Modeling (IJ3DIM)*, 7(4), 49-58. <https://doi.org/10.4018/IJ3DIM.2018100103>
- Büyüközkan, G. ve Vardaloğlu, Z. (2008). “Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi”, *Lojistik Dergisi*, 8, 1-15.
- Büyüközkan, G., ve Çifçi, G. (2012). “A Novel Hybrid MCDM Approach Based On Fuzzy DEMATEL, Fuzzy ANP and Fuzzy TOPSIS To Evaluate Green Suppliers”, *Expert Systems With Applications*, 39(3), 3000–3011. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.08.162>
- Can, Ö. (2024). *Yeşil tedarik zinciri yönetimi uygulamalarının firma performansına etkisinde yeşil inovasyon ve yeşil üretimin rolü*. (Doktora Tezi, Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Anabilim Dalı)
- Chang, D. Y. (1996). Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP. *European journal of operational research*, 95(3), 649-655. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(95\)00300-2](https://doi.org/10.1016/0377-2217(95)00300-2)
- Chen, C. T. (2000). Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment. *Fuzzy sets and systems*, 114(1), 1-9. [https://doi.org/10.1016/S0165-0114\(97\)00377-1](https://doi.org/10.1016/S0165-0114(97)00377-1)
- Chiou, C. Y., Hsu, C. W. and Hwang, W. Y. (2008). “Comparative Investigation On Green Supplier Selection Of The American, Japanese And Taiwanese Electronics Industry In China”, *International Conference On IE&EM, IEEE*, 8(11), 1909-1914.
- Çelik, K., vd. (2020). Aksiyomlarla tasarım yöntemi ile geliştirilmiş polistiren sert köpük boncuk hammaddesi seçimi. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 31(0), 32-43.

- Çelik, P., & Ustasüleyman, T. (2018). Bulanik Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Yeşil Tedarikçilerin Değerlendirilmesi. *The Journal of Academic Social Science*, 75(75), 375-390. <http://dx.doi.org/10.16992/ASOS.13938>
- Çetin, M. H., & Alvalı, G. T. (2020). Yük Vagonu Bojisi Tasarımında Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri İle Malzeme Seçimi. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 8(1), 91-104. <https://doi.org/10.21923/jesd.512002>
- Dalay, M., & Sarı, K. (2022). TEDARİKÇİ SEÇİMİNDE YEŞİL KRİTERİN ÖNEMİNİN ARAŞTIRILMASI: TÜRK GIDA SEKTÖRÜ ÖRNEĞİ. *Endüstri Mühendisliği*, 33(3), 500-513. <https://doi.org/10.46465/endustrimuhendisligi.1152540>
- Dickson, G. W. (1966). An analysis of vendor selection systems and decisions. *Journal of purchasing*, 2(1), 5-17. <https://doi.org/10.1111/j.1745-493X.1966.tb00818.x>
- Dos Santos, B. M., Godoy, L. P., & Campos, L. M. (2019). Performance evaluation of green suppliers using entropy-TOPSIS-F. *Journal of cleaner production*, 207, 498-509. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.235>
- Duan, C. Y., Liu, H. C., Zhang, L. J., & Shi, H. (2019). An extended alternative queuing method with linguistic Z-numbers and its application for green supplier selection and order allocation. *International Journal of Fuzzy Systems*, 21(8), 2510-2523. <https://doi.org/10.1007/s40815-019-00717-8>
- Duan, Y., Khokhar, M., Raza, A., Sharma, A., & Islam, T. (2025). The role of digital technology and environmental sustainability in circular supply chains based on the fuzzy TOPSIS model. *Environment, Development and Sustainability*, 1-32. <https://doi.org/10.1007/s10668-024-05924-4>
- Emmett, S., & Sood, V. (2010). *Green supply chains: An action manifesto*. John Wiley & Sons.
- Erbaşlar, G. (2012). “Yeşil Pazarlama”, *Mesleki Bilimler Dergisi*, 1(2), 94-101.
- Erbıyık, H., Alkan Kabakçı, G. & Erdil, A. (2021). Tedarikçi Seçimi Uygulaması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (24), 421-429 <https://doi.org/10.31590/ejosat.903952>
- Erdoğan, K. N. (2018). *Bankacılık sektöründe bulanık analitik hiyerarşi prosesi ve bulanık TOPSIS ile finansal performans değerlendirmesi* (Yüksek lisans tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Fettahloğlu, H. S. ve Birin, C. (2016). Sürdürülebilirlik Açısından Tersine Lojistik Faaliyetlerini ve Sürdürülebilir Pazarlamayı Etkileyen Faktörlerin Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile Belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6 (2), 89-114.
- Fleischmann, M., Bloemhof-Ruwaard, J., Dekker, R., Van der Laan, E., van Nunen, J. and Van Wassenhove, L. (1997). “Quantitative Models For Reverse Logistics”, *European Journal Of Operational Research*, 103, 1-17. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(97\)00230-0](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(97)00230-0)
- Freeman, J., & Chen, T. (2015). Green supplier selection using an AHP-Entropy-TOPSIS framework. *Supply Chain Management: An International Journal*, 20(3), 327-340. <https://doi.org/10.1108/SCM-04-2014-0142>

- Gilanlı, E., (2018) *Sürdürülebilir Yeşil Tedarik Zinciri Kavramı Çerçevesinde Yapılan Çalışmalar*. IV. Uluslararası Kafkasya-Orta Asya Dış ticaret ve Lojistik Kongresi Bildirileri, 7-8 Eylül Aydın, 902-909.
- Gökalp B. & Soylu, B. 2012. Tedarikçinin süreçlerini iyileştirme amaçlı tedarikçi seçim problemi. *Journal of Industrial Engineering*, 23(1): 4-15.
- Güler, N. (2024). *Ticari Gemiler İçin Personel Seçim Kriterlerinin Bulanık AHP ve TOPSIS Teknikleri Kullanılarak Belirlenmesi* (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Güngör, Z. (2023, Nisan). *Yeşil tedarikçi seçiminde çok kriterli karar verme yöntemleri* (Yüksek lisans tezi, Toros Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü).
- Ha, S. H., & Krishnan, R. (2008). A hybrid approach to supplier selection for the maintenance of a competitive supply chain. *Expert systems with applications*, 34(2), 1303-1311. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2006.12.008>
- Hadian, H., vd. (2020). A practical framework for supplier selection decisions with an application to the automotive sector. *International Journal of Production Research*, 58(10), 2997-3014. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1624854>
- Haeri, S. A. S., & Rezaei, J. (2019). A grey-based green supplier selection model for uncertain environments. *Journal of cleaner production*, 221, 768-784. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.193>
- Hajiaghaei-Keshteli, M., Cenk, Z., Erdebilli, B., Özdemir, Y. S., & Gholian-Jouybari, F. (2023). Pythagorean fuzzy TOPSIS method for green supplier selection in the food industry. *Expert Systems with Applications*, 224, 120036. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.120036>
- Handfield, R., Walton, S. V., Sroufe, R. and Melnyk, S. A. (2002). “Applying Environmental Criteria To Supplier Assessment: A Study In The Application Of The AHP”, *European Journal Of Operational Research*, 141, 70-87. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(01\)00261-2](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(01)00261-2)
- Ho, J. C., Shalishali, M. K., Tseng, T. L., & Ang, D. S. (2009). Opportunities in green supply chain management, *The Coastal Business Journal*, 8(1), 18-31.
- Holt, D. (2004). “Managing The Interface Between Suppliers And Organizations For Environmental Responsibility – An Exploration Of Current Practices In The UK”, *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 11, 71–84. <https://doi.org/10.1002/csr.55>
- Hoseini, S. A., vd. (2021). Sustainable supplier selection in construction industry through Hybrid Fuzzy-Based Approaches. *Sustainability*, 13(3), 1413. <https://doi.org/10.3390/su13031413>
- Hou, Q., & Xie, L. (2019). Research on supplier evaluation in a green supply chain. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2019(1), 2601301. <https://doi.org/10.1155/2019/2601301>
- Hsu, C. W. and Hu, A. H. (2007). “Application Of Analytic Network Process On Supplier Selection To Hazardous Substance Management In Green Supply Chain Management”, *International Conference On Industrial Engineering and Engineering Management*, 1362-1368.

- Humphreys, P. K., Shiu, W. K., & Chan, F. T. (2001). Collaborative buyer-supplier relationships in Hong Kong manufacturing firms. *Supply Chain Management: an international journal*, 6(4), 152-162. <https://doi.org/10.1108/EUM0000000005708>
- Jaggernath, R., & Khan, Z. (2015). Green supply chain management. *World Journal of Entrepreneurship, Management and Sustainable Development*, 11(1), 37-47. <https://doi.org/10.1108/WJEMSD-06-2014-0018>
- Jain, N., Singh, A. R., & Upadhyay, R. K. (2020). Sustainable supplier selection under attractive criteria through FIS and integrated fuzzy MCDM techniques. *International Journal of Sustainable Engineering*, 13(6), 441-462. <https://doi.org/10.1080/19397038.2020.1737751>
- Jakhar, S. K. (2014). "Designing The Green Supply Chain Performance Optimisation Model", *Global Journal Of Flexible Systems Management*, 15(3), 235-259.
- Javad, M. O. M., Darvishi, M., & Javad, A. O. M. (2020). Green supplier selection for the steel industry using BWM and fuzzy TOPSIS: A case study of Khouzestan steel company. *Sustainable Futures*, 2, 100012. <https://doi.org/10.1016/j.sfr.2020.100012>
- Kannan, D., Khodaverdi, R., & Olfat, L. (2013). An integrated fuzzy multi criteria decision making method for green supplier selection. *Journal of Cleaner Production*, 47, 355-367. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.12.010>
- Karaca, M., Demirtaş, Ö., & Delice, Y. (2025). Hastane hizmet kalitesinin bulanık swara ve bulanık fucom yöntemlerine dayalı olarak değerlendirilmesine yönelik model önerisi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 40(2), 1385-1400. <https://doi.org/10.17341/gazimmfd.1533978>
- Karamanlı, N. (2024). *Elektrikli ev aletleri imalatında yeşil tedarik zinciri yönetimi üzerine bir alan araştırması: İstanbul örneği* (Yüksek lisans tezi, Bursa Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü).
- Karaöz, A. E., Akyüz, G. A., & Tekin, K. (2019). Tedarikçi Seçimi Uygulamaları: Bilgi Ve İletişim Teknolojileri Perspektifli Bir Literatür Taraması. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(2), 362-378. <https://doi.org/10.15317/Scitech.2019.205>
- Karataş, Ö. (2023). Elektrik sektöründe edas ve vikor yöntemi ile yeşil tedarikçi seçimi= Green supplier selection with edas and vikor methods in the electricity industry (Master's thesis, Sakarya Üniversitesi).
- Kelleci, E. (2018). "Yeşil Tedarik Zinciri Yönetiminde Tersine Lojistik, İSTAÇ A.Ş'de Bir Uygulama". (Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Gelişim Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.)
- Khairuddin, M. A. (2016). Building and applying a proposed model for suppliers' selection using multi-criteria approach: The Analytic Hierarchy Process (AHP). *International Journal of Statistics and Systems*, 11(1), 47-65.
- KhanMohammadi, E., Talaie, H., Safari, H., & Salehzadeh, R. (2018). Supplier evaluation and selection for sustainable supply chain management under uncertainty conditions. *International Journal of Sustainable Engineering*, 11(6), 382-396. <https://doi.org/10.1080/19397038.2017.1421277>

- Kılınç, S., & Yağmahan, B. (2021). Sürdürülebilirlik için GİA ve AHP yöntemleri ile yeşil tedarikçi seçimi: Bir otomotiv ana sanayi uygulaması. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (27), 686-698. <https://doi.org/10.31590/ejosat.909253>
- Kroon, L. and Vrijens, G. (1995). "Returnable Containers: An Example Of Reverse Logistics", *International Journal Of Physical Distribution and Logistics Management*, 25(2), 56-68. <https://doi.org/10.1108/09600039510083934>
- Kuo, R. J., Wang, Y. C. and Tien, F. C. (2010). "Integration Of Artificial Neural Network And Mada Methods For Green Supplier Selection", *Journal Of Cleaner Production*, 18, 1161-1170. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.03.020>
- Kütahyalı, D. N. (2023). *Yeşil pazarlama stratejilerinin yeşil tedarikçi seçimi, yeşil inovasyon ve performans üzerindeki etkisinin yapısal eşitlik modeli ile analizi* (Doktora tezi, Kastamonu Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü). <https://doi.org/10.15659/ppad.17.2.1396585>
- Lee, A. H., Kang, H. Y., Hsu, C. F., & Hung, H. C. (2009). A green supplier selection model for high-tech industry. *Expert systems with applications*, 36(4), 7917-7927. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2008.11.052>
- Liang, Y., Liu, J., Qin, J., & Tu, Y. (2019). An improved multi-granularity interval 2tuple TODIM approach and its application to green supplier selection. *International Journal of Fuzzy Systems*, 21(1), 129-144. <https://doi.org/10.1007/s40815-018-0546-8>
- Liu, P. and Zhang, X. (2011). "Research On The Supplier Selection Of A Supply Chain Based On Entropy Weight and Improved ELECTRE-III Method", *International Journal Of Production Research*, 49(3), 637-646. <https://doi.org/10.1080/00207540903490171>
- Madenoglu, F. S. (2019). Bulanık Çok Kriterli Karar Verme Ortamında Yeşil Tedarikçi Seçimi. *Business & Management Studies: An International Journal*, 7(4), 1850-1869. <https://doi.org/10.15295/bmij.v7i4.1155>
- Madenoglu, F. S. (2020). Yeşil Tedarikçi Seçim Problemi İçin Hedef Programlama ve Gri İlişkisel Analiz Yöntemi, *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 12(1), 955-972. <http://doi.org/10.20491/isader.2020.887>
- Mavi, R. K., Goh, M., & Zarbakhshnia, N. (2017). Sustainable third-party reverse logistic provider selection with fuzzy SWARA and fuzzy MOORA in plastic industry. *The international journal of advanced manufacturing technology*, 91, 2401-2418. <https://doi.org/10.1007/s00170-016-9880-x>
- Mercan, Y. (2020). *Tedarik Zincirinde Yeşil Tedarikçi Seçimi: Bir Alan Araştırması* (Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Min, H. and Galle, W. P. (1997). "Green Purchasing Strategies: Trends and Implications", *International Journal Of Purchasing and Materials Management*, Summer, 10-17. <https://doi.org/10.1111/j.1745-493X.1997.tb00026.x>
- Mohammadi, H., Farahani, F. V., Noroozi, M., & Lashgari, A. (2017). Green supplier selection by developing a new group decision-making method under type 2 fuzzy uncertainty. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 93(1), 1443-1462. <https://doi.org/10.1007/s00170-017-0458-z>

- Mohammadi, M., Rezaei, J., & Bakhshi, M. (2017). An integrated approach for sustainable supplier selection: Evidence from the construction industry. *Journal of Cleaner Production*, 142, 1143–1157. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.106>
- Nakıboğlu, G. (2017). Sürdürülebilirlik İçin Yeşil Tedarik Zincirlerine Bütünsel Yaklaşım. *Detay Yayıncılık, Ankara*.
- Nebati, E. E. (2024). Afet Yönetimi Sürecinde Medikal Depo Yer Seçimi İçin Etkili Faktörlerin Değerlendirilmesi. *Akademik Yaklaşımlar Dergisi*, 15(1 -Deprem Özel Sayısı-), 139-149. <https://doi.org/10.54688/ayd.1405883>
- Nikbakhsh, E. (2009). Green supply chain management. In Farahani, R.Z., Asgari, N., & Davarzani, H. (Eds.) *Logistics and Supply Chain Management in International, National and Governmental Environment*, Berlin, *Springer*, 195-220.
- Ninlawan, C., Seksan, P., Tossapol, K., & Pilada, W. (2010). The Implementation of Green Supply Chain Management Practices in Electronics Industry. In *World Congress on Engineering 2012*. (2182), 1563-1568.
- Noci, G. (1997). Designing ‘green’ vendor rating systems for the assessment of a supplier's environmental performance. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 3(2), 103-114. [https://doi.org/10.1016/S0969-7012\(96\)00021-4](https://doi.org/10.1016/S0969-7012(96)00021-4)
- Nugroho, R. E. & Iskandar, M. S. (2020). Application of AHP for supplier selection in construction companies. *Dinasti International Journal of Management Science*, 1(6), 921-933. <https://doi.org/10.36348/sjet.2020.v05i04.008>
- Onat, A. ve Kaçtıoğlu, S. (2020). Bulanık AHP ve Bulanık TOPSIS yöntemi ile tedarikçi seçimi: Perakende sektöründe bir uygulama. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 19(37), 65-79.
- Ölmez, Ç. (2010). Uzaktan eğitim sistemlerindeki soru bankalarının bulanık mantık yöntemi ile analizi (Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi.)
- Ölmez, Ç. (2010). *Uzaktan eğitim sistemlerindeki soru bankalarının bulanık mantık yöntemi ile analizi* (Master's thesis).
- Öztürk, M., & Paksoy, P. D. T. (2020). Yeşil tedarikçi seçimi için birleştirilmiş bir DEMATEL-QFD-AT2 BAHF yaklaşımı. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 35(4), 2023-2044. <https://doi.org/10.17341/gazimmfd.525762>
- Öztürk, S., & Atalay, K. (2023). Bulanık TOPSIS Yöntemiyle Rüzgâr Türbin Kanat Atıkları İçin En Uygun Bertaraf Yönteminin Belirlenmesi: Bandırma Örneği. *Mühendislik Bilimleri ve Araştırmaları Dergisi*, 5(2), 293-303. <https://doi.org/10.46387/bjesr.1307976>
- Pandey, P., Shah, B. J., & Gajjar, H. (2017). A fuzzy goal programming approach for selecting sustainable suppliers. *Benchmarking: An International Journal*, 24(5), 1138-1165. <https://doi.org/10.1108/BIJ-11-2015-0110>
- Patil, A. N. (2014). Modern evolution in supplier selection criteria and methods. *International journal of management research and reviews*, 4(5), 616.

- Phochanikorn, P., & Tan, C. (2019). A new extension to a multi-criteria decision-making model for sustainable supplier selection under an intuitionistic fuzzy environment. *Sustainability*, 11(19), 5413. <https://doi.org/10.3390/su11195413>
- Rezaei, J., Hemmes, A., & Tavasszy, L. A. (2016). Multi-criteria decision-making for complex sustainability trade-offs in supplier selection. *International Journal of Production Economics*, 166, 226–237.
- Rouyendegh, B. D., Erkan, T. E., & Tarı, E. (2020). Sustainable supplier selection using fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS: A case in a Turkish chemical company. *Sustainability*, 12(6), 2215. <https://doi.org/10.3390/su12062215>
- Rouyendegh, B. D., Yildizbasi, A., & Üstünyer, P. (2020). Intuitionistic fuzzy TOPSIS method for green supplier selection problem. *Soft computing*, 24, 2215-2228. <https://doi.org/10.1007/s00500-019-04054-8>
- Sanca, M., Artun, H., & Okur, M. (2022). Fen Eğitiminde Bulanık Mantık Uygulamaları Neden Kullanılmalıdır?. *Ulusal Eğitim Akademisi Dergisi*, 6(1), 130-144. <https://doi.org/10.32960/uead.1052946>
- Sarkis, J. (2012). A boundaries and flows perspective of green supply chain management. *Supply chain management: an international journal*, 17(2), 202-216.
- Scur, G. & Barbosa, M. E. (2017). Green Supply Chain Management Practices: Multiple Case Studies in the Brazilian Home Appliance Industry. *Journal of Cleaner Production*, 141, 1293-1302. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.158>
- Shaik, M., & Abdul-Kader, W. (2011). Green supplier selection generic framework: a multi-attribute utility theory approach. *International Journal of Sustainable Engineering*, 4(01), 37-56. <https://doi.org/10.1080/19397038.2010.542836>
- Shojaie, A. A., Babaie, S., Sayah, E., & Mohammaditabar, D. (2018). Analysis and prioritization of green health suppliers using Fuzzy ELECTRE method with a case study. *Global Journal of Flexible Systems Management*, 19, 39-52. <https://doi.org/10.1007/s40171-017-0168-2>
- Soyer, A., Türkay, A.B., (2020). , Yeşil Satın Alma ve Yeşil Tedarikçi Seçimi: Beyaz Eşya Sektöründe Bir Uygulama, *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 8(4), 1202-1222. <https://doi.org/10.21923/jesd.706339>
- Srivastava, S. K. (2007). Green supply-chain management: a state-of-the-art literature review. *International Journal of management Review*, 9(1), 53–80. <https://doi.org/10.1111/j.14682370.2007.00202.x>
- Stević, Ž., vd. (2017). Supplier selection in furniture production company using rough AHP and rough TOPSIS. In *VI International Symposium New Horizons. Doboj*.
- Şahin, Ö. ve Ayvaz, B. (2020). Otomotiv sanayiinde tedarikçi performans değerlendirmesi için bir model önerisi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 19(37), 81-100.
- Şahin, Y., Kasap, S. S., Özkan, E., & Demirağaç, G. (2021). Çok Kriterli Karar Vermede Ağırlıklandırma Yöntemlerinin Karar Üzerindeki Etkisi: AHS ve AAS Kıyaslaması. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10(3), 1841-1860. <https://doi.org/10.33206/mjss.826120>

- Şimşek, A., Çatır, O., & Ömürbek, N. (2015). TOPSIS ve MOORA yöntemleri ile tedarikçi seçimi: Turizm sektöründe bir uygulama. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 18(33), 133-161. <https://doi.org/10.31795/baunsobed.645458>
- T.C. Resmî Gazete. (2014). Çevresel Etki Değerlendirmesi (ÇED) Yönetmeliği. 25 Kasım 2014 tarihli ve 29186 sayılı Resmî Gazete.
- T.C. Resmî Gazete. (2018). Çevre Kanunu ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun. 10 Temmuz 2018 tarihli ve 30474 sayılı Resmî Gazete.
- T.C. Resmî Gazete. (2019). Sıfır Atık Yönetmeliği. 12 Temmuz 2019 tarihli ve 30829 sayılı Resmî Gazete.
- Tam, M. C. ve Tummala, V. R., 2001, An application of the AHP in vendor selection of a telecommunications system, *Omega*, 29(2), 171-182. [https://doi.org/10.1016/S0305-0483\(00\)00039-6](https://doi.org/10.1016/S0305-0483(00)00039-6)
- Tirkolaee, E. B., Mardani, A., Dashtian, Z., Soltani, M., & Weber, G. W. (2020). A novel hybrid method using fuzzy decision making and multi-objective programming for sustainable-reliable supplier selection in two-echelon supply chain design. *Journal of cleaner production*, 250, 119517. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119517>
- Toklu, M., vd. (2018). SWARA-WASPAS metodolojisine dayalı tedarikçi seçimi: Türkiye'de demir-çelik endüstrisi örneği. *Academic Platform Journal of Engineering and Science*, 6(3), 113-120. <https://doi.org/10.21541/apjes.441362>
- Torkayesh, S. E., vd. (2020). Application of BWM-WASPAS model for digital supplier selection problem: A case study in online retail shopping. *Journal of Industrial Engineering and Decision Making*, 1(1), 12-23.
- Tsui, C. W., & Wen, U. P. (2012, July). Developing the green supplier selection procedure based on analytical hierarchy process and outranking methods. In *International Conference on Industrial Engineering and Operations Management* (pp. 3-6).
- Tumpa, T. J., Ali, S. M., Rahman, M. H., Paul, S. K., Chowdhury, P., & Khan, S. A. R. (2019). Barriers to green supply chain management: An emerging economy context. *Journal of Cleaner Production*, 236, 117617. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117617>
- Tundys, B., & Tomasz Wisniewski, T. (2020). Green supply chain management evaluation for organic products: Theoretical and empirical point of view. *Operations and Supply Chain Management: An International Journal*, 14(1), 73-82. <http://doi.org/10.31387/oscm0440287>
- Türkay, A. B. (2015). *Yeşil satın alma ve yeşil tedarikçi seçimi* (Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Ünver, Z., & Ayvaz, B. (2023). A novel model proposal for green supplier selection: an application in the retail industry. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Teknoloji ve Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 6(1), 61-81. <https://doi.org/10.56809/icujtas.1212392>
- Vazifehdan, M. N. & Darestani, S. A. (2019). Green logistics outsourcing employing multi criteria decision making and quality function deployment in the

- petrochemical industry. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 35(4), 243-254. <https://doi.org/10.1016/j.ajsl.2019.12.011>
- Vural Aslan, R. (2023). *Bulanık AHP ve bulanık TOPSIS yöntemleri ile bir paslanmaz çelik firmasında yeşil tedarikçi seçimi* (Yüksek lisans tezi, Kocaeli Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı). Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Weber, C. A., Current, J. R., & Benton, W. C. (1991). Vendor selection criteria and methods. *European journal of operational research*, 50(1), 2-18. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(91\)90033-R](https://doi.org/10.1016/0377-2217(91)90033-R)
- Wen, U. P. and Chi, J. M. (2010). "Developing Green Supplier Selection Procedure: A DEA Approach", *International Conference On IEEM, IEEE*, 29-31 Oct., 74-79.
- Wu and Dunn (1995). "Environmentally Responsible Logistics Systems", *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 25(2).
- Wu, G. C. (2013). "The Influence Of Green Supply Chain Integration And Environmental Uncertainty On Green Innovation In Taiwan's IT Industry", *Supply Chain Management: An International Journal*, 18(5), 539-552. <https://doi.org/10.1108/SCM-06-2012-0201>
- Yalçın, S. (2022). *Bulanık küme uzantılarının süreç yeterliliği üzerine etkisinin analizi* (Doktora tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Yang, B., Wu, Y. and Yin, M. (2008). "Supplier Selection Modeling and Analysis Based On Polychromatic Sets, International Federation for Information Processing", *Research and Practical Issues Of Enterprise Information Systems*, 2, 1481-1485.
- Yang, Y. Z. and Wu, L. Y. (2008). "Extension Method For Green Supplier Selection", *International Conference On Wireless Communications, Networking and Mobile Computing*, 1-4.
- Yangınlar, G., & Sarı, K. (2014). *Yeşil Lojistik Uygulamaları ve İşletme Performansı Üzerine Bir Literatür Araştırması*. III. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi, Trabzon.
- Yangınlar, G., & Sarı, K. (2017). *İşletmeleri Yeşil Lojistik Uygulamalarına Zorlayan Sebepler Üzerine Bir Araştırma*. Trakya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 6(1), 101- 121.
- Yaprak, G., & Doğan, N. Ö. (2019). Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi: İlgili Literatüre Dayalı Bir Mevcut Durum Analizi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 15(4), 1143-1165. <https://doi.org/10.17130/ijmeb.2019456402>
- Yazdani, M., Chatterjee, P., Zavadskas, E. K., & Zolfani, S. H. (2017). Integrated QFD-MCDM framework for green supplier selection. *Journal of Cleaner Production*, 142, 3728-3740. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.095>
- Yeh, W. C. and Chuang, M. C. (2011). "Using Multi-Objective Genetic Algorithm For Partner Selection In Green Supply Chain Problems", *Expert Systems with Applications*, 38, 4244–4253. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2010.09.091>
- Yerlikaya, M. A. ve Arıkan, F. (2017). AHP-Kritik TOPSIS bütünleşik yaklaşımı ile akreditasyon temelli tedarikçi seçimi. *The International New Issues in Social Sciences*, 5(5), 627-635.

- Yıldız, A. (2013). *Bulanık çok kriterli karar verme yöntemleri ile tedarikçi seçimi ve ekonomik sipariş miktarının tespiti: Otomotiv sektöründe bir uygulama* (Doctoral dissertation, Marmara Üniversitesi).
- Yılızadı, T. ve Yazıcıoğlu, O. (2019). Çok kriterli karar verme yöntemleri ile global tedarikçi seçimi: Otomotiv yan sanayisinde bir uygulama. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 6(5), 296-307.
- Yılmaz, Ö., & Yakut, E. (2022). Bulanık Shannon Entropi Ağırlıklı Bulanık Topsis ve Bulanık Vikor Yöntemleri İle Finansal Performans Değerlendirmesi. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20(4), 307-330. <https://doi.org/10.18026/cbayarsos.1115221>
- You, S. Y., Zhang, L. J., Xu, X. G., & Liu, H. C. (2020). A new integrated multi-criteria decision making and multi-objective programming model for sustainable supplier selection and order allocation. *Symmetry*, 12(2), 302. <https://doi.org/10.3390/sym12020302>
- Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*, 8(3), 338–353. [https://doi.org/10.1016/S0019-9958\(65\)90241-X](https://doi.org/10.1016/S0019-9958(65)90241-X)
- Zarbakshshnia, N., Soleimani, H. ve Ghaderi, H. (2017). Sustainable third-party reverse logistics provider evaluation and selection using fuzzy SWARA and developed fuzzy COPRAS in the presence of risk criteria. *Applied Soft Computing*, 65, 307-319 <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2018.01.023>
- Zhang, L. J., Liu, R., Liu, H. C., & Shi, H. (2020). Green Supplier Evaluation and Selections: A State-of-the-Art Literature Review of Models, Methods, and Applications. *Mathematical Problems in Engineering*, 2020(1), 1783421. <https://doi.org/10.1155/2020/1783421>
- Zhu, Q., Sarkis, J., ve Lai, K. hung. (2008). Confirmation of a measurement model for green supply chain management practices implementation. *International Journal of Production Economics*, 111(2), 261–273. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2006.11.029>

EKLER

EK-1. Yeşil Tedarikçi Değerlendirme Formu

Sayın Katılımcı,

Bu anket, Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsünde yapılar "Yapı Kimyasalları Sektöründe Entegre Bulanık SWARA ve Bulanık TOPSIS Yöntemleriyle Yeşil Tedarikçi Seçimi" başlıklı yüksek lisans tez çalışması için veri toplamak amacıyla hazırlanmıştır.

Bu çalışmanın amacı, yeşil tedarik zinciri yönetiminde tedarikçi seçiminde kullanılan kriterlerin önem derecesini belirleme ve bu kriterler doğrultusunda tedarikçi seçimine yönelik öneriler sunmaktır.

Elde edilen veriler yalnızca bilimsel amaçlarla kullanılacak ve üçüncü şahıslarla paylaşılmayacaktır. Cevaplarınız tamamen gizli tutulacak ve yalnızca akademik çalışmalarda yer alacaktır. Katılımınız tamamen gönüllülük esasına dayalıdır ve dilediğiniz zaman katılımınızı sonlandırma hakkınız bulunmaktadır.

Çalışma hakkında daha fazla bilgi almak için aşağıdaki e-posta adresine sorularınızı iletebilirsiniz.

Araştırmaya göstereceğiniz ilgi ve yapacağınız değerli katkılar için şimdiden teşekkür eder, çalışmalarınızda başarılar dileriz.

Ece AKDOMAN

Firmada kaç yıldır çalışıyorsunuz?

-.....

Uzmanlık alanınız nedir?

-.....

Uzmanlık alanınızda ne kadar süredir çalışıyorsunuz?

-.....

Hangi departman/alanla çalışıyorsunuz?

-.....

I. Bölüm: Aşağıdaki tabloda tedarikçilerin değerlendirilmesinde kullanılan kriterlerin önem derecesini (1-5) işaretleyiniz.

1= Hiç Önemli Değil, 2= Önemli Değil, 3= Kararsızım, 4= Önemli, 5= Çok Önemli						
Kalite						
K1	Ürün Kalitesi (Bu kriter, tedarikçinin sunduğu ürünlerin performans, dayanıklılık ve müşteri beklentilerini karşılama düzeyini ifade eder.)	1	2	3	4	5
K2	Kalite Yönetim Sistemi (Bu kriter, tedarikçinin kalite yönetim sistemine (ISO 9001, ISO 14001 benzeri) sahip olup olmadığını ve bu sistem çerçevesinde süreçlerini etkin bir şekilde yönetip yönetmediğini ifade eder.)	1	2	3	4	5
Hizmet						
K3	Zamanında Teslim Oranı (Bu kriter, tedarikçinin zamanında teslimat performansını ifade eder.)	1	2	3	4	5
K4	Esneklik ve Kriz Yönetimi (Bu kriter, tedarikçilerin beklenmedik durumlar karşısında tedarik zincirini sürdürebilme kapasitesini ifade eder.)	1	2	3	4	5
K5	İş Birliği ve İletişim Seviyesi (Bu kriter, tedarikçi ile sürekli ve etkili iletişim kurma yeteneğini ifade eder.)	1	2	3	4	5
K6	Satış Sonrası Hizmet (Bu kriter, tedarikçinin satış sonrası sunduğu hizmetin kalitesini ve müşteri memnuniyetine verdiği önemi ifade eder.)	1	2	3	4	5
Sürdürülebilirlik ve Yeşil Uygulamalar						
K7	Çevre Dostu Hammadde Kullanımı (Bu kriter, tedarikçinin üretim süreçlerinde çevre dostu, geri dönüştürülebilir veya yenilenebilir hammaddeler kullanmasını ifade eder.)	1	2	3	4	5

K8	Karbon Ayak İzi ve Enerji Tüketimi (Bu kriter, tedarikçinin üretim ve dağıtım süreçlerinde karbon salınımını minimize etmek için aldığı önlemleri ve enerji kullanımını optimize etme çabalarını ifade eder.)	1	2	3	4	5
K9	Atık Yönetimi ve Geri Dönüşüm (Bu kriter, tedarikçinin üretim süreçlerinde atıkları minimize etmek, geri dönüşüm oranlarını artırmak ve atıkların çevreye olan etkisini azaltmak için geliştirdiği stratejileri ifade eder.)	1	2	3	4	5
K10	Yeni Ürün ve Proses Geliştirme Kabiliyeti (Bu kriter, tedarikçinin sürdürülebilir üretim süreçlerini iyileştirmek ve yenilikçi ürünler geliştirmek için gösterdiği çabayı ifade eder.)	1	2	3	4	5
K11	Yeşil Lojistik (Bu kriter, tedarikçinin lojistik süreçlerinde karbon salınımını azaltmaya yönelik yeşil lojistik çözümleri benimsemesini ifade eder.)	1	2	3	4	5
K12	Alternatif Kaynak Kullanımı (Bu kriter, tedarikçinin hammadde temin süreçlerinde yalnızca geleneksel kaynaklar yerine, sürdürülebilir ve çevre dostu alternatif kaynaklara yönelmesini ifade eder.)	1	2	3	4	5
Firma						
K13	Finansal Güç ve İstikrar (Bu kriter, tedarikçinin finansal gücünü ve istikrarını ifade eder.)	1	2	3	4	5
K14	Teknoloji Kullanımı ve Dijitalleşme (Bu kriter, tedarikçinin dijital teknolojileri ve yenilikçi çözümleri kullanarak iş süreçlerini iyileştirme, verimlilik artırma ve riskleri azaltma kabiliyetini ifade eder.)	1	2	3	4	5
K15	Yasal Uyumluluk ve Regülasyonlar (Bu kriter, tedarikçinin tüm yasal gereklilikleri ve sektör standartlarını yerine getirme yeteneğini ifade eder.)	1	2	3	4	5
Maliyet						

K16	Ürün Fiyatı (Bu kriter, tedarikçinin ürünlerinin fiyatlarının piyasa koşullarına göre rekabetçi olduğunu ve sürdürülebilir kaynaklardan temin edilen ürünlerle denge sağladığını ifade eder.)	1	2	3	4	5
K17	Ödeme Vadesi Kolaylığı (Bu kriter, tedarikçinin ödeme vadeleri konusunda esneklik sağlayarak, tedarikçilerin ve alıcıların finansal süreçlerini daha verimli hale getirmesini ifade eder.)	1	2	3	4	5
K18	İndirim Politikası (Bu kriter, tedarikçinin belirli koşullar altında, örneğin toplu alımlar veya uzun vadeli anlaşmalar durumunda, fiyatları indirme yeteneğini ifade eder.)	1	2	3	4	5
K19	Lojistik ve Taşıma Maliyetleri (Bu kriter, tedarikçinin lojistik süreçlerini verimli bir şekilde yönetme ve taşıma maliyetlerini azaltma kabiliyetini ifade eder.)	1	2	3	4	5

[Bölüm 1 (Devam)]

II. Bölüm: En iyi beş tedarikçinizi aşağıdaki ifadelere göre (1-5) değerlendiriniz.

1= Kesinlikle Katılmıyorum, 2= Katılmıyorum, 3= Kararsızım, 4= Katılıyorum, 5= Kesinlikle Katılıyorum						
Kalite		T1	T2	T3	T4	T5
1	Tedarikçimiz, ürünlerinde yüksek kalite standartlarını sağlamaktadır.					
2	Tedarikçimiz, kalite yönetim sistemine uygun süreçler yürütmektedir.					
Hizmet		T1	T2	T3	T4	T5
1	Tedarikçimiz, siparişlerimizi zamanında teslim etmektedir.					
2	Tedarikçimiz, kriz anlarında esnek ve etkili çözümler sunmaktadır.					
3	Tedarikçimiz ile iş birliği ve iletişim seviyemiz güçlüdür.					

4	Tedarikçimiz, satış sonrası hizmet konusunda destek sağlamaktadır.					
Sürdürülebilirlik ve Yeşil Uygulamalar		T1	T2	T3	T4	T5
1	Tedarikçimiz, çevre dostu hammadde kullanımına önem vermektedir.					
2	Tedarikçimiz, karbon ayak izini ve enerji tüketimini minimize edecek uygulamalar gerçekleştirmektedir.					
3	Tedarikçimiz, atık yönetimi ve geri dönüşüm süreçlerini etkin bir şekilde yürütmektedir.					
4	Tedarikçimiz, çevresel etkileri minimize edecek yeni ürün ve prosesler geliştirme konusunda yetkindir.					
5	Tedarikçimiz, tedarik zincirinde sürdürülebilir lojistik çözümler kullanmaktadır.					
6	Tedarikçimiz, alternatif hammadde kaynakları sunarak sürdürülebilir tedarik çözümleri geliştirmektedir.					
Firma		T1	T2	T3	T4	T5
1	Tedarikçimiz finansal açıdan güçlü ve istikrarlıdır.					
2	Tedarikçimiz, süreçlerinde ileri teknoloji ve dijitalleşmeyi etkin bir şekilde kullanmaktadır.					
3	Tedarikçimiz, yasal düzenlemelere ve regülasyonlara tam uyum sağlamaktadır.					
Maliyet		T1	T2	T3	T4	T5
1	Tedarikçimizin sunduğu ürün fiyatları piyasa koşullarına göre rekabetçidir.					
2	Tedarikçimiz, ödeme vadesi konusunda esneklik sağlamaktadır.					
3	Tedarikçimizin sunduğu indirim politikaları avantajlıdır.					
4	Tedarikçimizin lojistik ve taşıma maliyetleri rekabetçidir.					

ÖZ GEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ece AKDOMAN

Eğitim Bilgileri:

2023, Anadolu Üniversitesi, İİBF, İşletme

