SÜRDÜRÜLEBİLİR TEDARİK ZİNCİRLERİNİN PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ: GIDA SEKTÖRÜ UYGULAMASI

EDA OKTAY
191157106

DOKTORA TEZİ

Uluslararası Ticaret ve Lojistik Yönetimi Anabilim Dalı
Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi Doktora Programı
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Atiye TÜMENBATUR

İstanbul
T.C. Maltepe Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Temmuz, 2024

SÜRDÜRÜLEBİLİR TEDARİK ZİNCİRLERİNİN PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ: GIDA SEKTÖRÜ UYGULAMASI

EDA OKTAY
191157106
ORCID: 0000-0003-2036-8251

DOKTORA TEZİ

Uluslararası Ticaret ve Lojistik Yönetimi Anabilim Dalı
Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi Doktora Programı
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Atiye TÜMENBATUR

İstanbul
T.C. Maltepe Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Temmuz,2024

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

EDA OKTAY'ın "Sürdürülebilir Tedarik Zincirlerinin Performans Değerlendirmesi: Gıda Sektörü Uygulaması" başlıklı tezi 17.07.2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek "Maltepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği" nin ilgili maddeleri uyarınca Uluslararası Ticaret ve Lojistik Anabilim Dalı Yüksek Lisans/Doktora/Sanatta Yeterlik tezi oy birliğiyle/oy çokluğuyla, başarılı/başarısız olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı. Adı ve Soyadı	İmza
Üye (Tez Danışmanı)	Dr.Öğr.Üyesi Atiye TÜMENBATUR Maltepe Üniversitesi	.....
Üye	Prof.Dr.Mehmet TANYAŞ Maltepe Üniversitesi	.....
Üye	Prof.Dr.Köksal HAZIR Toros Üniversitesi	.....
Üye	Doç.Dr.Samet AYDIN Maltepe Üniversitesi	.....
Üye	Dr.Öğr.Üyesi Pınar GÜROL İstanbul Ticaret Üniversitesi	.....

Enstitü Müdürü

ETİK İLKE VE KURALLARA UYUM BEYANI

Bu belge, Yükseköğretim Kurulu tarafından 19.01.2021 tarihli "Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge" ile bildirilen 6698 Sayılı Kişisel Verilerin Korunması Kanunu kapsamında gizlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Sayın Dr. Öğr. Üyesi Atiye Tümenbatur;

Sayın Prof. Dr. Mehmet Tanyaş

Bu satırları, doktora tez çalışmamın tamamlanmasında sağladığınız değerli katkılar için size teşekkür etmek amacıyla yazıyorum. Bu süreçte gösterdiğiniz rehberlik, sabır ve destek, çalışmamın nitelik ve derinlik kazanmasında kritik bir rol oynadı. Tez yazma dönemimde çok kıymetli destek ve yönlendirmelerini esirgemeyen hocalarım Prof. Dr. Koksal Hazır'a ayrıca teşekkür ederim.

Sizin rehberliğiniz altında yürütülen bu çalışma, bilgi ve becerilerimde önemli bir artış sağladı. İlginiz, konu hakkındaki derin bilginiz ve sağladığınız eleştirel bakış açısı, benim için çok kıymetliydi.

Ayrıca, tez sürecimdeki zorluklarla başa çıkmama yardımcı olan ve her aşamada bana destek veren meslektaşlarıma ve yöneticilerime içtenlikle teşekkür ederim.

Tez çalışmamın başarıyla tamamlanmasında, bana akademik ve manevi destek sağlayan aileme, sevdiklerime ve dostlarıma minnettarlığımı ifade etmek istiyorum. Onların anlayışı, sabrı ve cesareti, bu uzun yolculukta bana motivasyon ve destek sağladı. Gösterdiğiniz ilgi ve özveri için size gönülden minnettarım.

Bu çalışmayı çok değerli varlığım sevgili oğlum Ali Oktay'a ithaf ediyorum.

Eda OKTAY

Temmuz, 2024

ÖZET

SÜRDÜRÜLEBİLİR TEDARİK ZİNCİRLERİNİN PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ: GIDA SEKTÖRÜ UYGULAMASI

Eda Oktay
Doktora Tezi
Uluslararası Ticaret ve Lojistik Yönetimi Anabilim Dalı
Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi Doktora Programı
Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Atiye Tümenbatur
Maltepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, 2024

Günümüzde artan rekabet, küreselleşen ekonomi ve iklim değişikliği nedeniyle tedarik zinciri içerisinde sürdürülebilirlik önem kazanmaya başlamıştır. Bu çerçevede sürdürülebilirliğin tedarik zinciri üzerindeki etkisinin ölçülebilir hale getirilmesi işletmelerin önemli avantajlar elde etmesini sağlayacaktır. Özellikle Avrupa ülkelerine yapılacak ihracatta sürdürülebilirlik indikatörlerini ölçme ve raporlama imkanına sahip olmak, işletmeleri bir adım öne çıkaracaktır.

Bu amaçla tedarik zincirinin performansının ölçümünü sağlayan Anahtar Performans göstergeleri (KPI – Key Performance Incidator) üzerinde sürdürülebilirliğin etkisi değerlendirilmiş ve bunun sonucunda KPI seti içerisinde kullanılmak üzere sürdürülebilirlik indikatörleri belirlenmiştir. Çalışmada SCOR Digital ve Alman Tedarik Zinciri Yasası referans alınmıştır. Ek olarak bu indikatörlerin farklı işletme ve sektörlerde karşılaştırılmasını sağlayan bir endeks de oluşturulmuştur. Böylelikle işletmelerin, sürdürülebilirlik performanslarını ölçme, raporlama ve ihtiyaç halinde karşılaştırma imkanına kavuşmaları hedeflenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Performansı, Sürdürülebilir Tedarik Zinciri KPI'ları, SCOR Digital, Tedarik Zincirinde Sürdürülebilirlik

ABSTRACT

PERFORMANCE EVALUATION OF SUSTAINABLE SUPPLY CHAINS: FOOD INDUSTRY APPLICATION

Eda Oktay

PhD Thesis

Department of International Trade and Logistics Management

Logistics and Supply Chain Management Doctorate Program

Thesis Advisor: Dr. Öğr. Üyesi Atiye Tümenbatur

Maltepe University Graduate School, 2024

Due to increasing competition, globalizing economy and climate change, sustainability has started to gain importance in the supply chain. In this context, measuring the sustainability impact on the supply chain will enable businesses to gain significant advantages. Having the ability to measure and report sustainability indicators, especially when exporting to European countries, will take businesses one step ahead.

For this purpose, the impact of sustainability on Key Performance Indicators (KPIs) which measure the performance of the supply chain was evaluated, and as a result, sustainability indicators were determined to be used within the KPI set. SCOR Digital and the German Supply Chain Act were referenced in the study. In addition, an index has been created that allows these indicators to be compared in different businesses and sectors. By this way, it is aimed for businesses to have the opportunity to measure, report and compare their sustainability performances if necessary.

Keywords: Sustainable Supply Chain Performance, Sustainable Supply Chain KPIs, SCOR Digital, Sustainability in Supply Chain

İÇİNDEKİLER

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI ii

ETİK İLKE VE KURALLARA UYUM BEYANI iii

TEŞEKKÜR iv

ÖZET v

ABSTRACT vi

İÇİNDEKİLER vii

TABLOLAR LİSTESİ xi

ŞEKİLLER LİSTESİ xiii

KISALTMALAR xiv

1. GİRİŞ 1

1.1. Problem 1

1.2. Amaç 4

1.3. Önem 5

1.4. Varsayımlar ve Sınırlılıklar 6

2. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ 7

2.1. Tedarik Zinciri Kavramı ve Yapısı 7

2.2. Tedarik Zinciri Yönetimi 8

2.3. Tedarik Zinciri Modelleri ve Örnek Uygulamalar 10

3. LOJİSTİK YÖNETİMİ 11

3.1. Lojistik Sektöründe Kapsam ve Faaliyetler 11

3.2. Lojistik Yönetimi 13

3.3. Lojistik Yönetimi Başarı Ölçütleri 14

3.4. Lojistik Kararlar 14

3.5. Lojistik Maliyetler 15

4. TEDARİK ZİNCİRİNDE PERFORMANS YÖNETİM SİSTEMLERİ 17

4.1. SCOR Digital Standard 18

4.2. Alman Tedarik Zinciri Yasası 22

5. TEDARİK ZİNCİRİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK 23

5.1. Tedarik Zinciri Anahtar Performans Göstergelerinin Seçimi ve Bu Göstergelerin Sürdürülebilirliğe Etkisi 27

5.2. Tedarik Zinciri Sürdürülebilirlik KPI Tanımları 30

6. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI 31

7. YÖNTEM 45

7.1. Araştırma Metodolojisi 45

7.2. Araştırmada Kullanılan Yöntemler 46

7.2.1. DEMATEL 47

7.2.2. Analitik hiyerarşi süreci 50

7.2.3. Verilerin toplanması ve çözümlenmesi 52

7.2.4. Evren ve örnekleme 53

8. UYGULAMA 55

8.1. Sürdürülebilirlik Kriterlerinin Belirlenmesi 55

8.1.1. Enerji yoğunluğu 56

8.1.2. Şirket stratejisi 57

8.1.3. Geri dönüştürülen girdi oranı 58

8.1.4. Maliyet 59

8.1.5. Atık yönetimi 60

8.1.6. CO_2 emisyonu 61

8.1.7. İzlenebilirlik 63

8.1.8. Su kullanımı 63

8.1.9. Yeşil teknoloji 64

8.1.10. Erişebilirlik 65

8.1.11. Ayak izi 66

8.1.12. Tedarikçi çevresel değerlendirilmesi 67

8.2. Kriter ağırlıklarının DEMATEL yoluyla belirlenmesi 68

8.3. AHP Yöntemi ile Şirket Önceliklerinin Belirlenmesi 76

8.4. Modelin Uygulaması ve Analiz 78

8.4.1. Geri dönüştürülen girdi oranı 79

8.4.2. Enerji yoğunluğu 80

8.4.3. CO_2 emisyonu ölçümü 82

8.4.4. Su kullanımı 82

8.4.5. Atık yönetimi 83

8.4.6. Şirket stratejisi 83

8.4.7. KPI karşılaştırma 84

9. BULGULAR VE TARTIŞMA 88

10. SONUÇ VE ÖNERİLER 95

KAYNAKÇA 97

EKLER 103

Ek 1: Görüşme Formları 103

Ek 2: Tutarlılık raporu 106

Ek3: Geometrik Ortalama 107

ÖZ GEÇMİŞ 109

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. The SCOR performans Özellikleri 21

Tablo 2. Çevresel Boyutlar, Faydalar ve Ölçüm Örnekleri..... 26

Tablo 3. Çevresel KPI Örnekleri..... 26

Tablo 4. Literatür Araştırması..... 32

Tablo 5. Literatür Kategori Dağılımı 42

Tablo 6. Literatür Araştırma Yöntemi 43

Tablo 7. DEMATEL Metodu Değerlendirme Ölçeği 47

Tablo 8. Kriterlerin Öncelik (D-R) ve İlişki (D+R) Değerlerinin Yorumu 49

Tablo 9. AHP Önem Skalası..... 52

Tablo 10. Sürdürülebilirlik KPI Listesi..... 55

Tablo 11. Mülakat Kümesi..... 56

Tablo 12. Oluşturulan Direkt İlişki Matrisi..... 68

Tablo 13. Normalize Edilmiş İlişki Matrisi 69

Tablo 14. Birim Matrisi..... 70

Tablo 15. Normalize İlişki Birim Matris..... 70

Tablo 16. Toplam İlişki Matrisi 71

Tablo 17. D ve R değerlerinin belirlenmesi 72

Tablo 18. Etki ilişki haritası..... 73

Tablo 19. Eşik değeri hesaplaması 74

Tablo 20. D+R ve D-R verileri 75

Tablo 21. En Önemli Başarı Faktörleri 75

Tablo 22. Öncelikli seçilen KPI Listesi 75

Tablo 23. AHP Uzman Kisi Listesi 77

Tablo 24. AHP Yönetimi uygulanarak oluşturulan İkili Karşılaştırma Matrisi 77

Tablo 25. KPI ağırlıkları 77

Tablo 26. Lokasyon Bazında Atık Geri Dönüştürme Oranı 80

Tablo 27. Lokasyon bazlı enerji yoğunluğu 81

Tablo 28. Lokasyon bazında CO_2 salınım miktarı 82

Tablo 29. Lokasyon bazında üretilen ton başına su tüketimi 83

Tablo 30. Lokasyon Bazlı KPI Değerleri 84

Tablo 31. KPI Dönüştürme Yöntemi 86

Tablo 32. Güncellenmiş KPI Değerleri 86

Tablo 33. Normalize Edilmiş KPI Değerleri 86

Tablo 34. Ağırlıklandırılmış Normalize KPI Değerleri 87

Tablo 35. Lokasyon Bazında Endeks Değerleri 87

Tablo 36. Sürdürülebilirlik Performans Göstergeleri İçin Temel Gereksinimler 88

Tablo 37. DEMATEL Sonuç Ağırlıkları 89

Tablo 38. AHP Ağırlıkları 90

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimi için Kavramsal Çerçeve 2

Şekil 2. Tüm Sektörler Dikkate Alındığında, firmaları yüzdesel payları 4

Şekil 3. Tedarik Zinciri Bileşenleri 9

Şekil 4. Lojistik Devrim Aşamaları 11

Şekil 5. Lojistik Süreci 13

Şekil 6. Tedarik Döngüsü 15

Şekil 7. SCOR Dijital Süreçleri 19

Şekil 8. SCOR Süreç Hiyerarşisi 20

Şekil 9. Sürdürülebilirliğin Üç Boyutu 23

Şekil 10. Araştırmanın Metodolojisi 46

Şekil 11. AHP Yönetiminin Aşamaları 51

Şekil 12. Etki İlişkin Grafiği 74

Şekil 13. AHP Karar Ağacı 76

Şekil 14. AHP Sonuçları Pareto Analizi 78

KISALTMALAR

3PL : Üçüncü Parti Lojistik

AB : Avrupa Birliği

AEEE : Atık elektrikli ve elektronik eşyalar

AHP : Analytical Hierarchy Process (Analitik Hiyerarşi Süreci)

APICS : American Production and Inventory Control Society

APG : Anahtar Performans Göstergeleri

ASCM : Association for Supply Chain Management

ATS : Araç Takip Sistemi

BOM : Malzeme Listesi

BT : Bilgi Teknolojileri

CCOR : Customer Chain Operations Reference

CPFR : İşbirliğine Dayalı Tahmin, Planlama ve İkmal

CRM : Müşteri İlişkileri Yönetimi

CRP : Sürekli İkmal Programı

CSCMP : Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri Konseyi

ÇKKV : Çok Kriterli Karar Verme

DCOR : Design Chain Operations Reference

DÇKK : Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu

DEMATEL The Decision making Trial and Evaluation Laboratory Method

DRP : Dağıtım Kaynakları Planlaması

ECR : Etkin Tüketici Yanıtı

EDI : Electronic Data Interchange (Elektronik Veri Değişimi)

ERP : Enterprise Resource Planning (Kurumsal Kaynak Planlama)

GRI : Global Reporting Initiative

JIT : Tam Zamanında Üretim

KPI : Key Performance Indicator

LkSG : Alman Tedarik Zinciri Yasası

LP : Lojistik Performans

M4SC : Managing for Supply Chain Performance

MRP : Material Resource Planning (Malzeme İhtiyaçları Planlaması)

MRPII : Manufacturing Resource Planning (Üretim İhtiyaçları Planlaması)

OLS : Ordinary Least Squares

PLCOR : Product Life Cycle Operations Reference

QR : Hızlı Yanıt Modeli

RFID : Radio Frequency Identification (Radyo Frekansı ile Tanımlama)

SCC : Supply Chain Council

SCOR : Supply Chain Operations Reference

SCDDA : Supply Chain Due Diligence Act

SKU : Stock Keeping Unit

SPSS : Statistical Package for the Social Sciences

SSCM : Sustainable Supply Chain Management

STZY : Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimi

SUR : Seemingly Unrelated Regression

SveOP : Satış ve Operasyon Planlama

TMS : Taşıma Yönetim Sistemi

TOPSİS : Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solutions

TZ : Tedarik Zinciri

TZY : Tedarik Zinciri Yönetimi

VMI : Vendor Managed Inventory (Tedarikçi Tarafından Yönetilen Envanter)

VZA : Veri Zarflama Analizi

YÖK : Yükseköğretim Kurumu

1. GİRİŞ

1.1. Problem

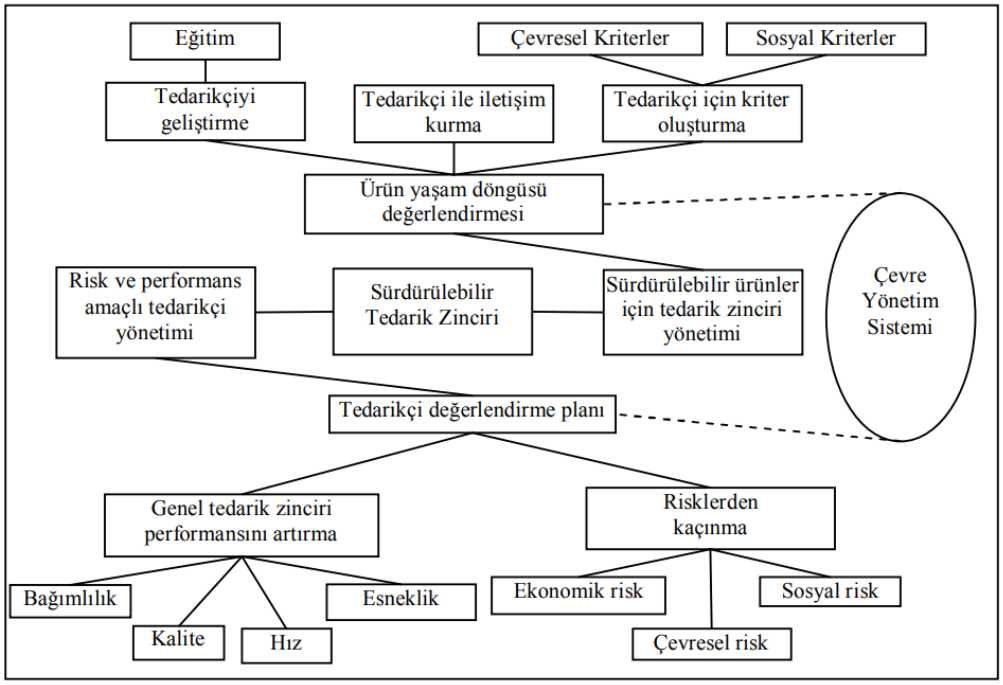
Tedarik Zinciri Yönetimi, işletme bünyesinde üretilen mal veya hizmetlerin, hammaddeden son kullanıcıya kadar ulaşması ve satış sonrası hizmetler dahil olmak üzere tüm süreçlerin yönetilmesi olarak ifade edilmektedir. Aynı zamanda "hammadde temini yapan, onları ara mal ve nihai ürüne çeviren ve nihai ürünleri müşterilere dağıtan, üretici ve dağıtıcıların oluşturduğu bir ağ" şeklinde de özetlenebilir (Lee ve Billington, 1992). İşletmelerin rekabetçiliğini çok fazla etkileyen bu kavram, hızla artan globalleşme, yaygın nüfus artışı, ürün ve hizmetlerin çeşitliliğinde oluşan artışlar gibi nedenlerle şirketlerin ve hatta hükümetlerin gündeminde daha sık yer almaktadır.

Sürdürülebilir tedarik zinciri (STZ) ise, bir şirketin ürün veya hizmetlerini tedarik etmek için kullanılan tüm süreçlerin, malzemelerin ve faaliyetlerin çevresel, sosyal ve ekonomik açıdan sürdürülebilirlik ilkelerine uygun olarak yönetilmesini sağlayan bir yaklaşımı ifade eder. Bu yaklaşım, şirketlerin sadece kendi faaliyetlerini değil, aynı zamanda tedarikçilerini de dikkate alarak çevresel ve toplumsal etkileri azaltmalarını amaçlar.

STZ yönetimi, kurumların sorumluluklarının sadece kendi faaliyetlerini değil, aynı zamanda bulundukları tedarik zincirindeki diğer faaliyetleri de kapsamasını gerektirmektedir. Günümüzde, bir Avrupa ülkesinde faaliyet gösteren bir marka, üretim süreçlerinin çeşitli aşamalarını gerçekleştirdiği Uzak Doğu veya Afrika ülkelerindeki tüm faaliyetlerden de sorumlu tutulmaktadır. Bu nedenle kurumsal sürdürülebilirlik sadece merkez fonksiyonlarının bulunduğu ülkede değerlendiriliyor olsa da kavramın içeriği gereği kendisinin dışında yer alan ancak kendisini ilgilendiren tüm diğer faaliyetlerden de sorumlu olmaktadır. Bu faaliyetlerin de sürdürülebilir hale getirilmesi gerekmektedir.

Altuntaş ve Türker (2012) yaptıkları çalışmada literatürdeki kavramsal çerçeveyi incelemiştir. Bu çalışmada konu genel olarak iki stratejik alan çerçevesinde ele alınmaktadır. Bunlardan ilki, literatürün sürdürülebilir ürünler elde etmeye yönelik çalışmalarına odaklanırken, diğeri risk ve performansın sürdürülebilirlik stratejisine

odaklanmaktadır. Üstünde çalışılan bu iki boyut genel bir teorik şablon oluşturacak şekilde tek bir model üzerinde gösterilmiştir (Şekil 1). Literatürde, yıllar itibarıyla en çok üzerinde durulan konuların oluşturduğu genel eğilim ve yaklaşımları bulmak mümkündür.



Şekil 1. Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimi için Kavramsal Çerçeve (Altuntaş ve Türker, 2012)

Tedarik zinciri performans göstergeleri yani KPI'lar (Key Performance Indicators), bir organizasyonun tedarik zinciri yönetimi süreçlerini değerlendirmek ve ölçmek için kullanılan metriklerdir. Tedarik zinciri performans göstergeleri sistemi, bir işletmenin tedarik zinciri kapsamındaki faaliyetlerinin etkinliğini, verimliliğini ve rekabet avantajını ölçmeye yardımcı olur.

Şirketlerin sürdürülebilir tedarik zincirlerini yüksek performansla yönetmesi de son derece kritik bir konudur. Sürdürülebilir Tedarik Zinciri yönetiminde performans ölçümü için doğru performans metrikleri ve kriterleri seçilmelidir. Tedarik Zinciri yönetiminde kritik başarı ölçütleri doğru ürün, doğru yer, doğru miktar, doğru zaman, yüksek esneklik, kısa çevrim süresi, en düşük maliyet ve minimum stok düzeyi olarak sınıflandırılabilirken (Yılmaz, Atsan ve Sarı, 2020), STZ'de ise şirketler tedarik zincirinde kullanılan

malzemelerin ve kaynakların etkilerini azaltmak için çevresel yönetim uygulamalarını benimserler. Bu, enerji ve su verimliliği, atık azaltma ve geri dönüşüm gibi konuları içerir.

Tedarik zinciri performansının ölçülmesi ve değerlendirilmesinde bugüne kadar birçok model oluşturulmuştur. 1996 yılında Tedarik Zinciri Konseyi (SCC) tarafından geliştirilen SCOR modeli, süreçlerin tanımlanması, ölçülmesi ve sürekli olarak geliştirilmesi temeline dayandığından, şirketlerin tedarik zincirlerinde daha iyi sonuçların elde edilmesini sağlayabilmektedir (Ağar, 2010).

Son yıllarda öne çıkan sürdürülebilir tedarik zinciri performansını ölçmek de şirket operasyonlarını çok yakından ilgilendiren bir konu olmuştur. Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından 1987'de yapılan bir tanıma göre: "İnsanlık, gelecek kuşakların gereksinimlerine cevap verme yeteneğini tehlikeye atmadan, günlük ihtiyaçlarını temin ederek, kalkınmayı sürdürülebilir kılma yeteneğine sahiptir." Günümüzde ciddi bir sorun haline gelen çevre kirliliği, iklim değişikliği, karbon emisyonlarının artması, enerji ve su kaynaklarının tükenmesi, bireysel ve kurumsal düzeyde operasyonların gözden geçirilmesini zorunlu hale getirmektedir (Korkmaz, 2015).

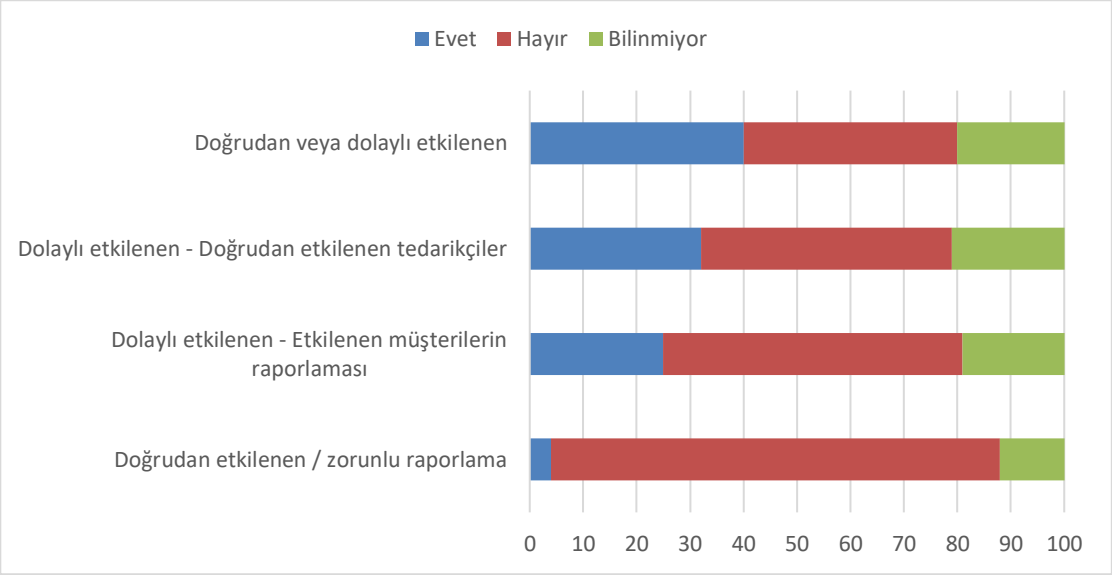
21.Yüzyılda, uluslararası toplumsal kuruluşlar ve ticari firmalar, doğanın ve çevrenin korunmasının temel bir yaşamsal görev olduğunun farkındadırlar. Doğal kaynakların tükenmekte olduğu, yaşam alanlarının daraldığı ve insanların doğaya verdiği zararın her geçen gün arttığı bir dünyada, bireylerin ve kurumların çevresel duyarlılıkları da artmaktadır.

Literatürde Sürdürülebilir Tedarik Zinciri (STZ) süreç ve uygulamaları çeşitli bakış açılarıyla ele alınmıştır. Bu bağlamda SCOR Dijital modeli önemli bir referans noktasıdır. SCOR modelinde standart olarak sunulan süreç ve uygulamaların, STZ performansı üzerindeki etkilerini anlamak işletmeler için önemli hale gelmiştir. Bu sayede, şirketler hangi KPI ölçümlerinin ve raporlamalarının sürdürülebilirlik performansını daha fazla iyileştirebileceğini belirleyebilir ve odaklanmaları gereken alanları tespit edebilirler. Böylece, STZ performansını doğru ve hızlı bir şekilde takip etme ve derecelendirme imkanına sahip olacaklardır.

STZ performansını ölçmek, mevcut performansı geliştirmek için odaklanılacak süreç ve uygulamaları belirlemek suretiyle ihracat, finans ve rekabet avantajı kazanmak için oldukça önemlidir. STZ performansının önemi bilinmesine rağmen, hangi göstergelerin nasıl ölçülebileceği ve iyileştirilebileceği konusunda net yönergeler mevcut değildir.

1.2. Amaç

Tedarik Zinciri Sürdürülebilirlik performansının ölçülmesi artık tercih olmaktan çıkıp regülasyon konusu haline gelmiştir. SCOR 14, Alman Tedarik Zinciri Kanunu, global finans merkezlerinin kredilendirme koşulları bunun en önemli örnekleridir. Şirketlerin bu konuda hazırlanması ve ticaretin devamlılığı için performans ölçüm sistemlerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Şekil 2'de Alman Tedarik Zinciri bildirgesinin etki kapasitesi gösterilmiştir (Whispli, 2022).



Şekil 2. Tüm Sektörler Dikkate Alındığında, firmaları yüzdesel payları (Whispli, 2022)

Bu çalışmada yeni SCOR güncellenmesi incelenmiş, Avrupa ticaret regülasyonunda istenen kriterler tanımlanmış ve ayrıntılı bir biçimde incelenmiştir. Bu çerçevede çalışmanın amacı, işletmelerin STZ için hangi performans göstergelerini nasıl ölçmeleri gerektiğini ve bu uygulamaların nasıl iyileştirilmesi konusunda bir model önerisinde bulunmak olarak belirlenmiştir. Ayrıca çalışma kapsamında gıda sektöründe bir uygulama örneği de verilmiştir. Bu süreçte, metodolojiye odaklanılmış ve bu metodoloji

kullanılarak farklı kapsamlarla başka modellerin geliştirilebilmesine olanak sağlanmıştır. Bu çerçevede, aşağıdaki başlıkların detaylandırılması amaçlanmıştır:

- SCOR 14 modeli ile German Supply Act referans alınarak ve yapılandırılmış mülakat kullanılarak Tedarik Zinciri Sürdürülebilirlik KPI'larının belirlenmesi,
- DEMATEL yöntemi ile kriterlerin ağırlıklandırılması,
- AHP yöntemi ile şirket önceliklerinin belirlenmesi,
- Seçilen öncelikli KPI'ların uygulamalarının gıda sektörü için veri analizi ve yarı yapılandırılmış mülakat kullanarak yapılması, analiz edilmesi ve bir karşılaştırma endeksi oluşturulması.

Bu çalışmanın, özellikle ihracat yapan üretici firmalarının, Tedarik Zinciri KPI süreçlerine sürdürülebilirlik indikatörlerini nasıl dahil edecekleri ve bunları nasıl ölçecekleri konusunda bir kılavuz niteliğinde olması amaçlanmıştır.

1.3. Önem

Sürdürülebilirlik raporlaması, şirketlerin çevresel, sosyal ve ekonomik performanslarını değerlendirmelerine, uzun ve kısa vadeli hedeflerini ve vizyonlarını belirlemelerine, zayıf yönlerini, tehditlerini ve fırsatlarını belirlemelerine ve bu bilgileri çalışanlar, müşteriler, hissedarlar ve diğer paydaşlarla paylaşmalarına olanak sağlayan bir raporlama sürecidir (Öktem, 2019).

Ticari faaliyet gösteren şirketler sürdürülebilirlik kredilerini belgelendirmek için ölçüm yapmakla yükümlüdür. Avrupa ihracat mevzuatına girmeye başlayan bu yükümlülükler ileride ticareti durdurabilecek kriterler haline gelmekte ve firmalar için tehdit oluşturmaktadır (Weihrauch, Carodenuta ve Leipold, 2023). Literatürde bu konudaki çalışmalar sınırlıdır. Özellikle üretim faaliyeti gösteren firmalar için yol haritası niteliğinde olması amaçlanan bu çalışma hangi STZ KPI'larının seçilmesi gerektiğini ve bu KPI'ların nasıl uygulanması gerektiğini anlatmaya çalışmıştır.

Bu çalışma, KPI performanslarını karşılaştırmak için bir endeks oluşturmayı hedeflemektedir. Bu endeks ile şirketlerin sürdürülebilirlik açısından kendi durumlarını tespit etmeleri ve gelişmesi gereken alanlar için bir hedef oluşturmaları mümkün hale gelebilecektir. Şirketlerin Sürdürülebilirlik Performans Yönetimi açısından

değerlendirilmesi konumuzun yurt dışı ve aynı zamanda yurt içi makale ve inceleme taramalarında örneğine rastlanmamıştır.

1.4. Varsayımlar ve Sınırlılıklar

Çalışmamızda SCOR Dijital Standardı modeli kullanılmıştır. SCOR modeli, tedarik zinciri karmaşıklığını ortadan kaldıran ve ortak bir dil ile standart tanımlar getiren en gelişmiş süreç referans modelidir ve günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu model, Tedarik zincirinde tanımlanmış kriterlere göre performans ölçümünü kolaylaştırmakta ve bu sayede literatürde referans olarak görülen süreç ve uygulamalara dayalı bir değerlendirme yapma fırsatına sahip olunmaktadır.

İnceleme kapsamında yalnızca SCOR Dijital Standardı modeli dahilindeki süreç ve uygulamalar ele alınmış olup, söz konusu model haricindeki süreç ve uygulamalar, çalışma kapsamı dışında bırakılmıştır.

Bu çalışmada, sürdürülebilir tedarik zinciri uygulamalarının performansa olan etkileri incelenirken, araştırmanın kapsamı Türkiye'deki gıda şirketleri ile sınırlı tutulmuştur. Çalışma kapsamında hizmet sektörü şirketleri ve Türkiye'de faaliyet göstermeyen şirketler yer almamaktadır. Bunun sebebi, sanayi ve hizmet sektöründeki verilere ulaşmanın daha zor olmasıdır. Hizmet sektörü ve farklı coğrafyalardaki şirketler için farklı çalışmalar yapılabilir.

Son olarak, bu modelin pratikte uygulanabilirliği belirtilen kapsam ile sınırlıdır. Ancak kullanılan yöntem, farklı kapsamlarla çalışmanın tekrarlanmasına olanak sağlar ve farklı sektörlerde veya şirketlerde kullanılabilecek modellerin geliştirilmesine imkan tanır.

2. TEDARİK ZİNCİRİ YÖNETİMİ

2.1. Tedarik Zinciri Kavramı ve Yapısı

1990'lı yılların ardından, internet teknolojilerindeki ilerlemeler küresel rekabeti hızlandırmıştır. Dijitalleşmenin etkisiyle artan uluslararası ticaret, tüketimin hızla artmasına ve ürün yaşam döngülerinin kısalmasına yol açmıştır. Bu durum, üreticilerin ürün kalitesini koruyarak tedarik sürelerini kısaltmak için tedarikçileriyle iş birliği yapmalarını zorunlu hale getirmiştir. Aynı şekilde, yan paydaşlar da rekabet avantajı sağlamak amacıyla bilgi teknolojilerini kullanarak lojistik faaliyetlerini üreticilere entegre şekilde yönetmeye başlamışlardır. Bu gelişmeler sonucunda, işletmelerdeki üretim ve lojistik fonksiyonları, daha geniş kapsamlı, bütüncül ve stratejik bir yapı olan tedarik zincirine dönüşmüştür (Ağar, 2010).

Tedarik zincirinin temel amacı, işletme organizasyonunda mamul üretimi, depolama, malzeme yönetimi, dağıtım ve lojistik fonksiyonlarını teknolojinin desteğiyle en verimli şekilde yönetmektir.

Tedarik zincirinin ortaya çıkışı, iş dünyasında büyük değişikliklere neden olmuştur. İlk olarak, firmalar arasındaki rekabet, tedarik zincirleri düzeyine taşınmıştır. Sonrasında, üretici, dağıtıcı ve tedarikçi arasında tam entegrasyon sağlanmaya başlandı. Bu, bilgi teknolojisindeki önemli gelişmelerin bir sonucudur (Gültekin ve Deste, 2021). Bilginin paylaşımı ve analizi ile verilerin saklanmasının kolaylaşması, yönetim uygulamalarının da gelişmesini sağlamıştır. Bu yeni sistem sayesinde işletmeler, talep, stok, üretim ve nakliye takibi gibi birçok operasyonel konuyu daha etkili bir şekilde yönetebilmiş ve bu şekilde tek ve yalın bir organizasyon gibi beraber hareket eden ve hızlı karar alan bir yapıya kavuşmuşlardır.

Sonuç olarak, dünya genelinde pazarların küreselleşmesi rekabet anlayışını ve tedarik yapılarını dönüştürmüştür. Bu kapsamda, işletmelerin maliyetlerini azaltmak amacıyla tedarikçilerini küresel ölçekte aramaya başlamaları, tedarik zincirlerini küresel bir rekabet unsuru haline getirmiştir.

Tedarik zinciri, ürünlerin üretilmesi sonrasında nihai tüketiciye ulaşana kadar geçen sürecin yanı sıra iade süreçlerini de içeren aşamaların tamamını kapsar. Bu süreç, tedarikçi, üretici, bayiler, dağıtıcı ve müşteri arasındaki koordinasyonu içerir (Lee ve Billington, 1992). Bu süreçte, bilginin, paranın ve katma değerin oluşturulması ve geliştirilmesi, malzemenin fiziksel olarak taşınmasından daha önemlidir.

Tedarik zinciri yapısı, yalnızca işletme, tedarikçi firma ve nihai tüketici arasında basit bir entegrasyon olabileceği gibi, geniş kapsamlı ve tedarikçilerin alt tedarikçileri ile müşterilerin alt müşterilerini de içeren karmaşık organizasyonlar şeklinde de olabilir. Organizasyonların karmaşıklık seviyesi, 'doğrudan tedarik zinciri', 'genişletilmiş tedarik zinciri' ve 'ileri düzey tedarik zinciri' olarak farklı aşamalarda değerlendirilebilir. "Doğrudan tedarik zinciri", işletme, tedarikçi ve müşteri arasındaki basit entegrasyonu, ürün, hizmet, bilgi ve finansal akışının sağlanması şeklinde tanımlarken, "genişletilmiş tedarik zinciri", tedarikçilerin alt tedarikçilerini ve müşterilerin alt müşterilerini içeren orta seviyedeki bir entegrasyonu ifade etmektedir. İleri düzey tedarik zinciri ise finansman sağlayıcılar, risk paydaşları, üçüncü taraf lojistik (3PL) hizmet sağlayıcıları ve pazar araştırma şirketleri gibi birçok firmanın yer aldığı, daha karmaşık ve üst düzey bir entegrasyon biçimidir.

2.2. Tedarik Zinciri Yönetimi

Tedarik Zinciri Yönetimi, hammadde sağlayıcısından nihai tüketiciye kadar olan yolculuk içerisindeki paydaşların tümünü kapsayan iş süreçlerinde, ürün, hizmet ve bilgi akışının entegre edilmesi olarak tarif edilmektedir. Tedarik zinciri yönetiminde, paydaşlar arasında sağlanan yüksek düzeydeki koordinasyon, finansal ve operasyonel verimliliği artırır. Bu bağlamda, zincir içerisindeki her bir kuruluşun pozisyonu son derece stratejik öneme sahiptir. Sistemdeki işlemler ve kontrol mekanizmaları, her işletmenin kendi iş alanlarına göre belirli süreçlerde sisteme dahil olmasını sağlar. Bu, işletmelerin bireysel yapılarını aşarak, nihai tüketicilerin de dahil olduğu bütünleşik bir yapı oluşturmasına izin verir.

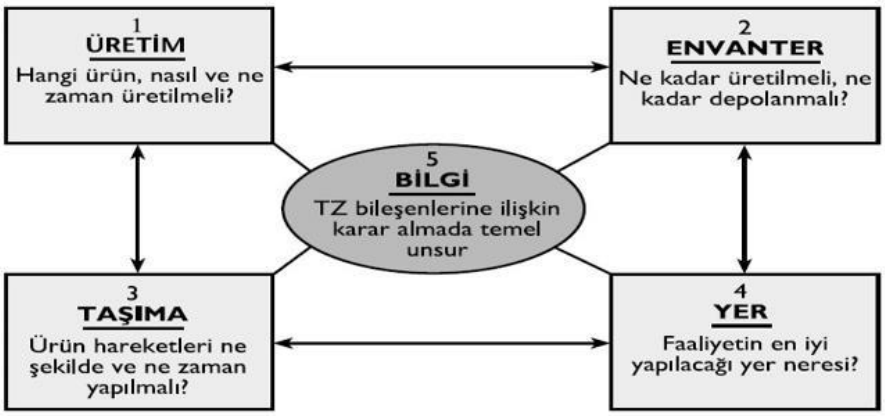
Tedarik zinciri yönetiminin temel amacı, zincir içerisinde yaratılan toplam değeri en yüksek düzeye çıkarmaktır. Tedarik zinciri fazlası olarak adlandırılabilecek bu toplam

değer, müşteri talebini yerine getirmek için zincir boyunca katlanılan maliyetler ile ürünün sahip olduğu değer arasındaki fark olarak ifade edilmektedir.

Müşteri değeri, kullanıcının veya müşterinin aldığı ürün ya da hizmet sonucunda ödediği para ile elde ettiği faydayı karşılaştırarak zihninde oluşan duygusal süreci ifade eder. Bu süreç, her müşteri için farklılık gösterebilir. Müşterinin algıladığı değeri artırmak için eksiksiz, hasarsız ve hatasız teslimat, taleplere uygun esnek ve hızlı yanıt verme konularında uzmanlaşmak gereklidir.

Tedarik zinciri maliyetleri, zincir içerisindeki bilgi, ürün ve fonların hareketinden kaynaklanır. Bu hareketin en verimli şekilde yönetilmesi, zincirin karlılığını artıran temel bir başarı faktörüdür. Bilgi akışının hızlandırılması, stok yönetiminin etkinliğinin artırılması ve işletmenin özelliklerine uygun bir lojistik ağ modeli oluşturmak gibi stratejiler, maliyetleri önemli ölçüde etkiler. Tedarik zinciri yönetiminde operasyonel süreçlerin yönetimi, yaratılan toplam değeri artırmak için önemlidir.

Üretim, stok, nakliye, yer ve bilgi gibi temel işlevlerin yönetimi, süreç yönetimine ve ardından iç ve dış pazarlarda rekabet avantajı sağlayacak stratejik yönetime etki eder.



Şekil 3. Tedarik Zinciri Bileşenleri (Tanyaş, 2022)

Tedarik zinciri, Şekil 3'te gösterildiği gibi çeşitli bileşenlerden oluşur. Bu durum, zincirin her halkasında stratejik, operasyonel ve taktiksel kararlar almayı gerektirir (Tanyaş, 2022). Bu kapsamda, tedarik zinciri kararlarında aşağıdaki sorulara yanıt aranmaktadır:

- Üretim: Hangi ürün grubu pazarın ihtiyaç ve taleplerine yöneliktir? Hangi ürün gruplarından ne kadar ve ne zaman üretilmelidir?
- Envanter: Tedarik zinciri boyunca doğru miktarda stok bulundurulmasını, envanter taşıma maliyetlerinin minimize edilmesini ve müşteri taleplerinin karşılanmasını sağlamayı amaçlar. Etkili envanter yönetimi, işletmenin rekabet gücünü artırır ve tedarik zinciri performansını iyileştirir.
- Yer: Envanteri ve üretimi verimli bir şekilde sürdürmek için tesisler nerede konumlandırılmalıdır? Depoların kullanılması bekleniyor mu? Envanter üretimi ve depolaması için en uygun yer nerelerdir? Mevcut tesisler yeterli mi yoksa yeni tesislere mi ihtiyaç var?
- Bilgi: Hangi düzeyde veri toplamalı ve ne kadar paylaşılmalıdır? Tedarik zincirindeki paydaşları bir araya getirmeyi kolaylaştıran ve karar vermeyi kolaylaştıran her türlü bilgiyi içerir.

2.3. Tedarik Zinciri Modelleri ve Örnek Uygulamalar

1975 yılından itibaren küresel rekabetin artması, işletmelerin stratejik yaklaşımlarında köklü değişiklikler yapmalarını zorunlu kılmıştır. Rekabette avantaj sağlamak ve tedarik zinciri süreçlerini geliştirmek amacıyla işletmeler, zincir içindeki oyuncularla ortak iş yapmaya başlamışlardır.

Tedarik zinciri işbirliği, iki ya da daha fazla bağımsız firmanın nihai müşterilere ve firma kar payı sahiplerine tek başlarına sağlayabileceklerinden daha fazla değer sunmalarına olanak vermesi için kendi tedarik zinciri süreçlerini daha düzenli bir hale getirerek ortaklaşa çalışmalarıdır. Tedarik zincirinde iş birliği modelleri şunlardır (Başkol, 2012):

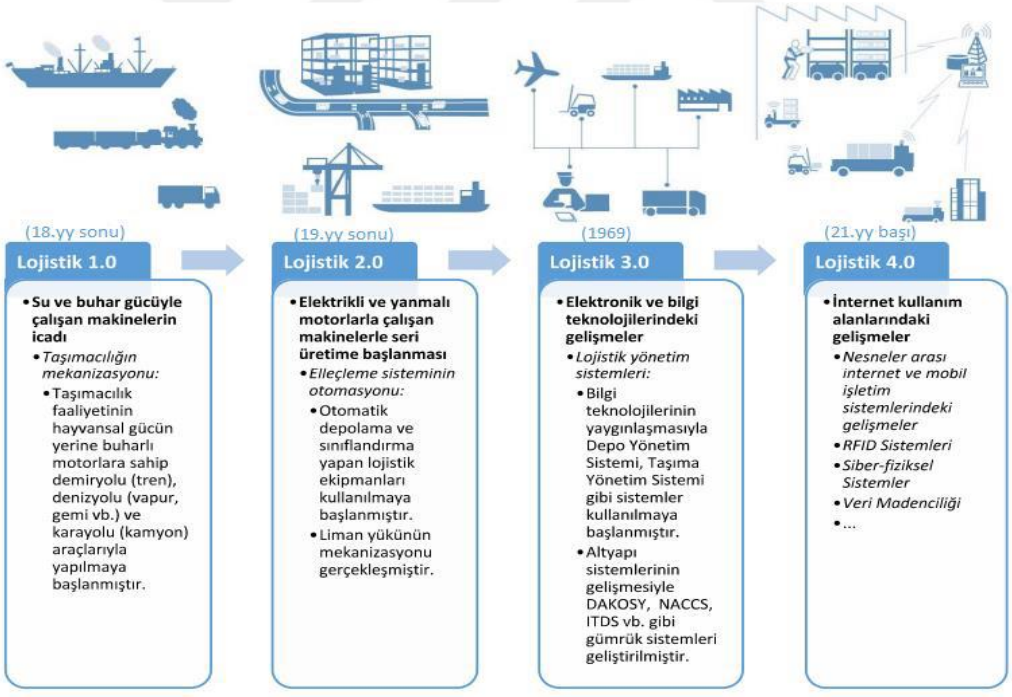
- Tam zamanında üretim
- Hızlı yanıt modeli
- Etkin tüketici yanıtı
- Sürekli ikmâl programı
- Tedarikçi yönetimli envanter
- İşbirliğine dayalı tahmin, planlama ve ikmal
- Tedarik Zinciri Yönetiminde Bilişim Teknolojileri

3. LOJİSTİK YÖNETİMİ

3.1. Lojistik Sektöründe Kapsam ve Faaliyetler

Lojistik, hesaplama ve akıl yürütme sanatı olarak nitelendirilir ve tedarik zincirinin bir parçasını oluşturur. Ancak, bilinen ve yaygınlaşan tedarik zinciri yönetiminden farklı olarak, lojistik ekonomik, askeri ve bilimsel alanlarda 5000 yılı aşkın bir tarihsel gelişime sahiptir (Eker, 2006).

Lojistik, tek boyutlu operasyonel destekten tüm katma değerli adımları içeren karmaşık operasyonel ve ekonomik faaliyetleri optimize etmeyi amaçlayan çok boyutlu bir sürece dönüşmüştür (Gleissner ve Femerling, 2013). Bu süreç, ürün akışını hızlandıran ve küreselleşmenin önünü açan Lojistik Devrimlerini ortaya çıkarmıştır (Şekil 4).



Şekil 4. Lojistik Devrim Aşamaları (Gleissner ve Femerling, 2013)

Lojistik Devrimler, küresel düzeyde çeşitli etkilere sahip olmuştur ve bunlar aşağıda özetlenmiştir (Gleissner ve Femerling, 2013).

1. Kitlesel tüketim, seri üretim ve yaygın dağıtım gibi faaliyetler, lojistik süreçlerin karmaşıklığını artırmıştır.
2. Bilgi iletişim teknolojilerinin 1990'lardaki gelişimi, lojistik süreçlerdeki zorlukları ve karmaşıklığı daha iyi yönetilebilir hale getirmiştir.
3. Teknolojik gelişmeler, nakliye maliyetlerinde düşüşe sebep olmuştur. Özellikle 20. yüzyılın sonlarında, mal taşıma maliyetleri gerçek anlamda %90'ın üzerinde azalmıştır.
4. Avrupa'da kamyon trafiğinin serbestleştirilmesini hedefleyen Trafik Politikası, AB ülkelerinde kamyon filosunu ve trafik akışını büyük ölçüde artırmıştır. Sadece 1990-1999 döneminde, AB ülkelerinde trafik %76 oranında artmıştır.
5. Artan ulusal ve uluslararası rekabet, lojistik sektörünün büyümesine katkı sağlamıştır.
6. Lojistik gelişmeler, küresel ekonominin küreselleşme sürecine güçlü bir etki yapmıştır. Dünya Bankası ve diğer uluslararası kuruluşların yeni ticaret vizyonu, ekonomik engellerin azaltılmasını teşvik etmiş, çok uluslu ticaretin değerini artırmış ve daha geniş bir talep ve pazar ortamı yaratmıştır.
7. Şirketler, sürekli değişen pazarlara uyum sağlamak için esnek makineler, inovasyon, tam zamanında üretim ve yalın üretim gibi yöntemlere yatırım yapmışlardır.
8. Lojistik sektörü, istihdam fırsatları ve ek gelir oluşturarak yabancı yatırımları kolaylaştırmış ve ülke ekonomilerine önemli katkılarda bulunmuştur.
9. Son olarak, dijital dönüşümle birlikte özelleştirilmiş ürün üretiminin yanı sıra eğitim, sağlık, adalet, güvenlik gibi birçok alanda yeni yaklaşımların ortaya çıkması beklenmektedir.

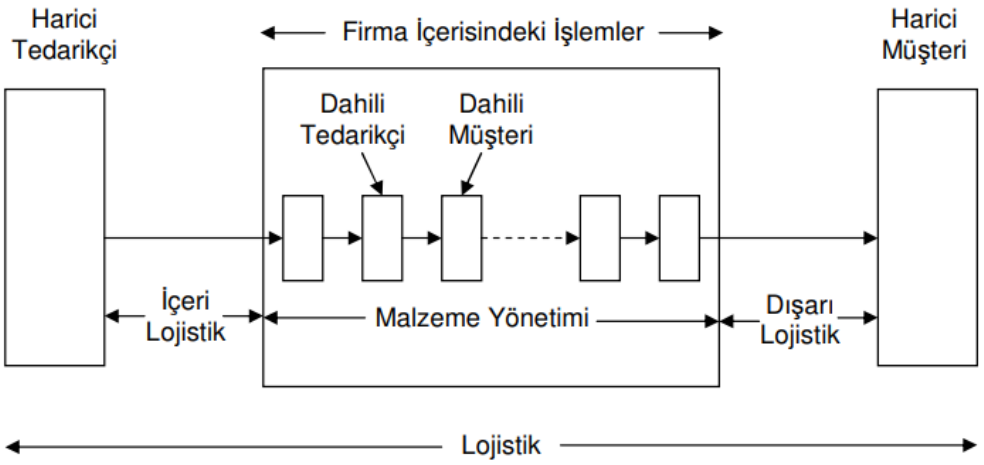
Lojistik kavramı farklı açılardan ele alınabilir. Tedarik Zinciri Yönetimi Profesyonelleri Konseyi (Council of Supply Chain Management Professionals, CSCMP) tarafından sunulan tanıma göre, lojistik; hammaddenin kaynağından başlayarak son tüketiciye ulaşana kadar olan tedarik zinciri içinde malzemelerin, bilgilerin ve hizmetlerin akışını yönetme sürecidir. Bu akış, ileri ve geri yönlü hareketleri içerir ve etkili bir şekilde taşınmasını, depolanmasını, planlanmasını, uygulanmasını, denetlenmesini ve kontrol edilmesini gerektirir (APICS, 2017).

Martin Christopher'a göre ise lojistik, bir firmanın karlılığını koruyarak hem mevcut hem de gelecekteki siparişleri en düşük maliyetle optimize etme sürecidir (Özyağcı ve Oral,

2012). Bu stratejik ve operasyonel süreç, malzemelerin, hizmetlerin ve bilgilerin akışını sağlar. Lojistiğin temel amacı, toplam maliyeti minimize ederek mal ve hizmet değerini artırmak, talep ve dış koşulların gerektirdiği değişikliklere uyum sağlamak ve lojistik süreçlerin en üst düzeyde etkili olmasını sağlamaktır.

Zaman içinde lojistiğin önemi artarak, işletmeler için kritik bir faktör haline gelmiştir. Özellikle küresel rekabet ortamında avantaj sağlamaktadır. Lojistik, önceden sadece taşıma ve depolama gibi sınırlı alanlara odaklanan bir kavramken şimdi, dağıtım, paketleme, iade yönetimi, geri dönüşüm süreçleri, stok yönetimi, sipariş yönetimi, talep tahmini, müşteri hizmetleri ve üretim programlama gibi daha geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır.

Bu faaliyetler genel olarak giriş/tedarik (inbound) ve çıkış/sevkiyat (outbound) lojistik hizmetleri olarak iki ana grupta incelenebilir. Lojistik süreçleri Şekil 5'te gösterilmiştir. Inbound lojistik, hammadde ve malzemelerin tedarikini, depolanmasını ve üretim süreçlerini içerirken, outbound lojistik, tamamlanmış ürünlerin depolanması, stoklanması ve nihai müşteriye ulaştırılması için dağıtım süreçlerini yönetir. Bu terimler, lojistik süreçlerin entegrasyonunu ifade eder.



Şekil 5. Lojistik Süreci (Özyağcı ve Oral, 2012)

3.2. Lojistik Yönetimi

Lojistik yönetimi, işletme içinde birbirinden bağımsız çalışan dağıtım, üretim ve satın alma gibi birimlerin yerine "tek bir plan" ihtiyacının karşılanması ve geleneksel

organizasyon yapısından entegre bir organizasyon yapısına geçiş gerekliliğinin sonucu olarak ortaya çıkmıştır.

Lojistik yönetimi, arz ve talep planlama, sipariş yönetimi, envanter yönetimi, yükleme, dağıtım ve nakliye, hammadde tedarik, lojistik ağ tasarımı ve 3PL yönetimini içerir.

Lojistik yönetimi, tedarik zinciri entegrasyonunun en iyi şekilde sağlanması ve müşteri memnuniyetinin en üst seviyeye çıkarılması açısından kritik bir rol oynar. Lojistik yönetiminin dinamik ve verimli bir şekilde yürütülmesi, tedarik zinciri için vazgeçilmezdir.

Lojistik yönetiminin stratejik bir yaklaşımla ele alınması, işletmelerin hem maliyetlerini kontrol etmelerine hem de müşteri memnuniyetini artırarak pazar paylarını genişletmelerine olanak tanır. Bu nedenle, lojistik yönetimi, işletmelerin uzun vadeli başarıları için hayati bir bileşen olarak görülmelidir.

3.3. Lojistik Yönetimi Başarı Ölçütleri

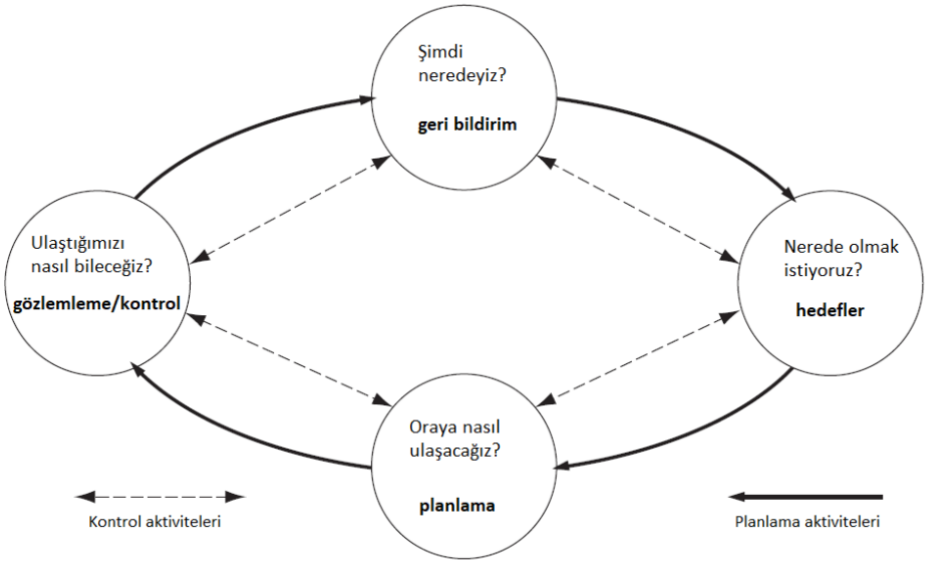
Müşteri memnuniyeti, müşterilerin firmalardan aldıkları ürün veya hizmetlerden ne derece memnun olduklarını gösteren bir ölçüttür. Lojistik yönetiminin verimliliğini ve dolayısıyla müşteri memnuniyetini etkileyen üç temel faktör vardır: elde bulundurma, operasyonel performans ve güvenilirlik.

Lojistik yönetiminde öne çıkan başarı ölçütleri arasında temin süresinin asgari düzeye indirilmesi, esnekliğin optimize edilmesi, depolama, navlun ve envanter maliyetlerinin azaltılması gibi faktörler vardır (Tanyaş, 2022).

3.4. Lojistik Kararlar

İşletmeler, strateji ve vizyonları kapsamında hedeflerini belirler. Belirledikleri bu hedefleri gerçekleştirmek için iş süreçlerini planlama gereksinimi duyarlar. Planlama, bir işletme içerisindeki stratejik, taktik ve operasyonel kararları kapsamaktadır. Planlama döngüsü, işletmenin "Şimdi neredeyiz?" demesiyle başlar ve bu noktada işletmenin o anki durumunu gözden geçirir. İkinci aşama, işletmenin operasyonel süreçlerini nasıl yönetmesi gerektiğini tanımlar. Üçüncü aşama ise operasyonel süreçlerin oluşturulmasını

kapsamaktadır. Son olarak, kararların ne kadar etkili olduğunu ölçmek için izleme ve kontrol faaliyetleri gereklidir (Tanyaş, 2022).



Şekil 6. Tedarik Döngüsü (Tanyaş, 2022)

Planlama döngüsü ve operasyonların sürekli olarak gözden geçirilmesi işletmelerin, tedarik, üretim, dağıtım, lojistik ve iade süreçlerinde daha doğru karar almalarını sağlamaktadır (Şekil 6).

3.5. Lojistik Maliyetler

Lojistik maliyetler, bir işletmenin ürün ve hizmetlerini müşterilere ulaştırma sürecinde katlandığı tüm masrafları kapsar. Bu maliyetler, tedarik zincirinin verimli bir şekilde yönetilmesi açısından kritik öneme sahiptir ve genellikle birkaç ana kategoriye ayrılır (Eker, 2006):

- Taşıma Maliyetleri: Ürünlerin bir yerden bir yere taşınması için gereken maliyeti içerir. Bu maliyetler, taşıma moduna (kara, hava, deniz, demiryolu) ve mesafeye bağlı olarak değişiklik gösterebilir.
- Depolama Maliyetleri: Ürünlerin geçici olarak depolandığı alanların kira, enerji, güvenlik ve personel giderlerini kapsar. Depolama maliyetleri, stok yönetimi ve envanter kontrolü ile doğrudan ilişkilidir.

- Envanter Maliyetleri: Ürünlerin depolarda beklemesi sürecinde oluşan maliyetlerdir. Bu maliyetler, sermaye maliyetleri, depolama maliyetleri ve risk maliyetlerini içerir. Envanterin fazla olması maliyetleri artırırken, yetersiz envanter müşteri memnuniyetsizliğine yol açabilir
- Sipariş İşleme Maliyetleri: Siparişlerin alınması, işlenmesi ve müşterilere ulaştırılması için yapılan harcamaları içerir. Bu maliyetler, bilgi teknolojileri, personel ve paketleme maliyetlerini kapsar.
- Tersine Lojistik Maliyetleri: Müşteri iadeleri, geri dönüşüm ve yeniden kullanım süreçlerinden kaynaklanan maliyetlerdir. Bu maliyetler, ürünlerin geri taşınması, depolanması ve yeniden işlenmesi gibi süreçleri içerir.
- Yönetim ve İdari Maliyetler: Lojistik faaliyetlerin planlanması, koordinasyonu ve denetimi için yapılan harcamalardır. Bu maliyetler, personel maaşları, bilgi sistemleri ve genel yönetim giderlerini kapsar.

Lojistik maliyetlerin etkin bir şekilde yönetilmesi, işletmelerin rekabet avantajı sağlamasına ve karlılıklarını artırmasına yardımcı olur. Bu nedenle, maliyetlerin sürekli olarak izlenmesi ve optimize edilmesi büyük önem taşır.

4. TEDARİK ZİNCİRİNDE PERFORMANS YÖNETİM SİSTEMLERİ

Firmaların, tedarik zinciri yönetimlerini rekabet koşullarına uygun hale getirebilmeleri ve organizasyon içindeki kapasitelerini bu açıdan ayarlayabilmeleri için kurumsal performanslarını devamlı olarak iyileştirmeleri gereklidir. Kurumsal strateji kapsamında, performansların süreç içerisinde ne kadar ilerlediğini belirleyebilmek için niteliksel çabanın ölçülebilir olması oldukça önemli hale gelmiştir.

Performans yönetiminde kullanılan anahtar performans göstergeleri (KPI), tedarik zinciri süreçlerini değerlendirmek için temel metriklerdir. Bu göstergeler arasında teslimat süresi, envanter devir hızı ve stok doğruluğu gibi ölçütler yer alır. Performansın değerlendirilmesi için nicel ve nitel ölçüm teknikleri kullanılır. Sayısal veriler ve müşteri memnuniyeti anketleri gibi yöntemler bu kapsamda değerlendirilebilir. Tedarik zinciri yönetiminin performansı, karar vericilerin devamlı değişen şartları görmesi bakımından önemlidir. Dinamik gelişim, uygun iş ve operasyonel seçenekler, değişen çevre şartlarına ışık tutmaktadır. Elektronik pazar yerlerinin ortaya çıkması, otomasyon programları ya da zeki aracı sistemler, tedarik zinciri yönetiminin performansını oldukça artırmıştır. (Yılmaz, Atsan ve Sarı, 2020)

Performans yönetim sistemlerinin bileşenleri arasında bilgi teknolojileri ve yazılımlar önemli bir yer tutar. Tedarik zinciri süreçlerini izlemek ve yönetmek için kullanılan ERP sistemleri ve SCM yazılımları, bu sürecin ayrılmaz parçalarıdır. (Çiçek ve Bay, 2007)Ayrıca, performans yönetimi sistemlerinin etkin bir şekilde çalışabilmesi için personelin eğitimi ve gelişimi de kritik öneme sahiptir.

Performans yönetim sistemlerinin faydaları oldukça geniş kapsamlıdır. Bu sistemler sayesinde işletmeler, kaynaklarını daha etkin kullanarak ve süreçleri optimize ederek verimliliği artırabilir. Aynı zamanda israfın önlenmesi ve operasyonel maliyetlerin düşürülmesiyle maliyet azaltma sağlanır. Daha hızlı ve doğru teslimatlar, işletmenin rekabet gücünü artırır ve müşteri memnuniyetini artırır.

Ancak, performans yönetiminde bazı zorluklar da mevcuttur. Doğru ve güvenilir veri toplama süreçlerinin oluşturulması, değişen pazar dinamiklerine hızlı uyum sağlama gerekliliği ve tedarikçiler, müşteriler ile iç departmanlar arasında uyum sağlama gibi zorluklar bunlar arasında sayılabilir.

İyileştirme ve sürekli gelişim stratejilerinin, performans yönetiminde önemli bir yeri bulunmaktadır. Benchmarking (kıyaslama) yöntemi ile sektördeki en iyi uygulamalar incelenir ve karşılaştırılır (Ağar, 2010). Kaizen felsefesi, küçük ve sürekli iyileştirmeler yaparak performansı artırmayı hedefler. Ayrıca, yenilikçi yaklaşımlar ve yeni teknolojilerin uygulanması, performansın sürekli olarak iyileştirilmesine katkı sağlar.

Performans yönetiminde kullanılan araçlar ve metodolojiler de oldukça çeşitlidir. Balanced Scorecard (Dengeli Puan Kartı), performansı finansal ve finansal olmayan perspektiflerden değerlendirirken, Six Sigma hataları minimize etmeyi ve süreçleri iyileştirmeyi amaçlar (Çiçek ve Bay, 2007). Lean yönetim ise israfı azaltarak verimliliği artırmayı hedefleyen bir yönetim yaklaşımıdır.

Bu konular, tedarik zincirinde performans yönetim sistemlerinin kapsamını genişletmenize ve derinlemesine bir analiz yapmanıza olanak sağlar. Performans yönetim sistemleri, şirketlere rekabet avantajı sağlar ve büyümelerine izin verir.

4.1. SCOR Digital Standard

SCOR modeli 1996 yılında oluşturulmuştur. Yıllar içerisinde değişen koşullara uyum sağlamak için de düzenli olarak güncellenmektedir. SCOR, tedarik zinciri iş uygulamalarının değerlendirilmesi ve karşılaştırılması için etkili bir araç olmaya devam etmektedir.

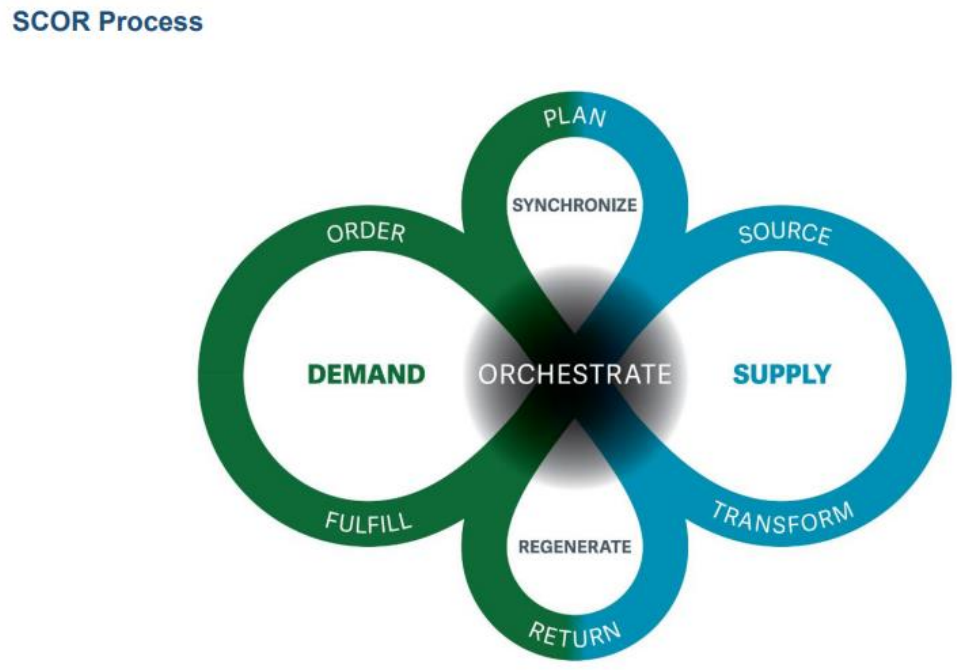
Tedarik Zinciri Operasyonları Referans Dijital Standardı (SCOR DS), aşağıdakileri sağlayan bir modeldir (ASCM, 2022):

- Organizasyonların proaktif ve hızlı bir şekilde ilerlemesine yardımcı olan metodoloji, teşhis ve kıyaslama araçları sağlar.
- Tedarik zinciri süreçlerinde iyileştirmeler için fayda sağlar.

- Tedarik zinciri yönetimi hiç durmadan ilerliyor fakat tedarik zinciri profesyonelleri ve kuruluşları aynı hızda ilerleme kaydedememektedir. Tedarik zinciri global standartlar hakkında bilgi sahibi olan yetenekli operatörlere, denetçilere ve liderlere ihtiyaç duymaktadır. Tedarik zinciri performansını iyi yönde hareket ettiren uygulamalar bu faydayı sağlar.
- Tedarik zinciri yeteneğini geliştiren bu organizasyonel dönüşüm; yenilikçiliği, liderliği ve uçtan uca tedarik zinciri performansını artırır.

ASCM, kıyaslama ve en iyi uygulamalarla endüstri standardını belirlemektedir (ASCM, 2022). SCOR modeli, tüm faaliyetlerle ilişkili iş faaliyetlerini ve müşteri talebinin karşılanması aşamalarını tanımlamak için geliştirilmiştir.

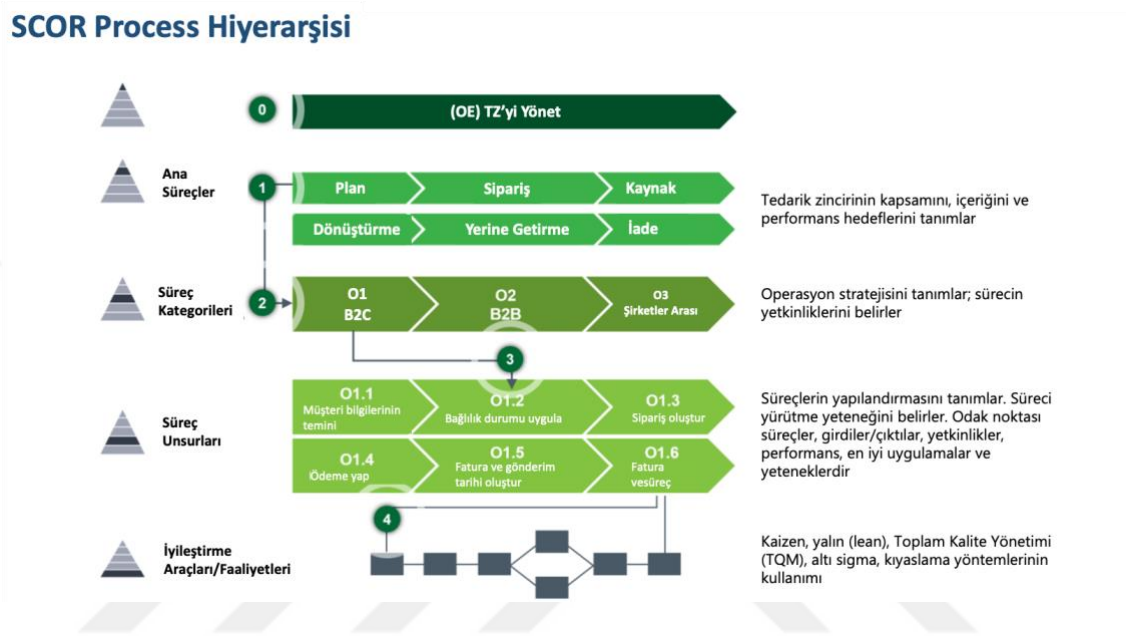
SCOR DS modeli, birden fazla sekmeli bölüm içerir (Whispli, 2022). Kaynak, Dönüştürme, Gerçekleştirme, Geri Dönüş, Orkestra Et, Planla ve Düzenle'den oluşan yedi temel yönetim süreci etrafında organize edilmiştir (Şekil 7).



Şekil 7. SCOR Dijital Süreçleri (Whispli, 2022)

Model, tedarik zinciri analizini birden çok düzeyde desteklemek üzere tasarlanmıştır. ASCM, sektörden bağımsız olan 0 ile 3 arasındaki süreç seviyelerine odaklanmıştır.

SCOR bir kuruluşun işini nasıl yürütmesi gerektiğini veya sistemlerini nasıl uyarlaması gerektiğini belirlemeye çalışmaz. SCOR'u kullanarak tedarik zinciri iyileştirmeleri uygulayan her kuruluş endüstriye, organizasyona ve lokasyona özgü süreç, sistem ve uygulamaları kullanarak modeli en azından 4. seviyeye kadar genişletmesi gerekecektir (Şekil 8).



Şekil 8. SCOR Süreç Hiyerarşisi (ASCM, 2022)

Bu modelin işlevleri değil süreçleri tanımladığını unutmamak önemlidir. Başka bir deyişle model görevi gerçekleştiren kişi veya kuruluş unsuruna değil, ilgili faaliyete odaklanır.

SCOR 14 güncellemeleri çalışma konumuz kapsamında şu şekilde güncellenmiştir:

- Genişletilmiş SCOR öznitelikleri: Dayanıklılıkla karşılaşan müşteri; Ekonomik iç kapsam ve Sürdürülebilirlik eklenmiştir.
- Tüm süreçlere sürdürülebilirlik (döngüsellik) uygulamaları, metrikler, beceriler, yetkinlikler eklenmiştir (Tablo 4).
- Tedarik Zinciri konu uzmanları Performansı, Süreci, Uygulamaları ve Kişi öznitelikleri gözden geçirilmiş ve düzenlenmiştir.

Tablo 1. The SCOR performans Özellikleri (ASCM, 2022)

	Performans Nitelikleri	Tanım
Direnç	**Güvenilirlik (RL)**	Görevleri beklendiği gibi gerçekleştirme yeteneği. Güvenilirlik, bir sürecin sonucunun öngörülebilirliğine odaklanır. Güvenilirlik için tipik metrikler, bir ürünün zamanında, doğru miktarda ve doğru kalite düzeyinde teslim edilmesini içerir.
	Yanıtlama (RS)	Görevlerin gerçekleştirilme hızı ve bir tedarik zincirinin müşteriye ürün sağlama hızı. Örnekler arasında döngü süresi ölçümleri yer alır.
	Çeviklik (AG)	Rekabet avantajı elde etmek veya sürdürmek için dış etkilere ve pazar değişikliklerine yanıt verme yeteneği
Mali	**Maliyetler (CO)**	Tedarik zinciri süreçlerini işletme maliyeti. Buna işçilik maliyetleri, malzeme maliyetleri ve yönetim ve nakliye maliyetleri dahildir.
	Kar (PR)	Kar özelliği, bir ticari faaliyetten elde edilen gelir, faaliyetin sürdürülmesiyle ilgili giderleri, maliyetleri ve vergileri aştığında elde edilen finansal faydayı tanımlar.
	Varlıklar (AM)	Varlıkları verimli bir şekilde kullanma yeteneği. Bir tedarik zincirindeki varlıkların stratejileri, dış kaynak kullanımından ziyade envanter azaltma ve iç kaynak kullanımını içerir.
Sürdürülebilirlik	**Çevresel (EV)**	Çevresel özellik, tedarik zincirini malzeme, su ve enerji dahil olmak üzere minimum çevresel etkiyle çalıştırma yeteneğini tanımlar.
	Sosyal (SC)	Sosyal özellik, tedarik zincirini çeşitlilik ve kapsayıcılık, ücret ve eğitim ölçütleri dahil olmak üzere kuruluşun sosyal değerleriyle uyumlu olarak çalıştırma yeteneğini tanımlar

SCOR 14 geleneksel tedarik zinciri süreçlerinin standardizasyonu, performans ölçümleri ve iyileştirilmesine odaklanırken SCOR Dijital, Dijital teknolojilerin entegrasyonu, veri analitiği, müşteri deneyimi, esneklik ve siber güvenlik gibi konulara odaklanarak tedarik zincirlerinin dijital dönüşümünü ele alır.

Bu iki model, tedarik zinciri yönetiminde farklı ama tamamlayıcı yaklaşımlar sunar. SCOR 14, sağlam bir temel ve yapı sağlarken, SCOR Digital, bu temelin üzerine inşa edilerek dijital çağın gereksinimlerine uyum sağlar.

4.2. Alman Tedarik Zinciri Yasası

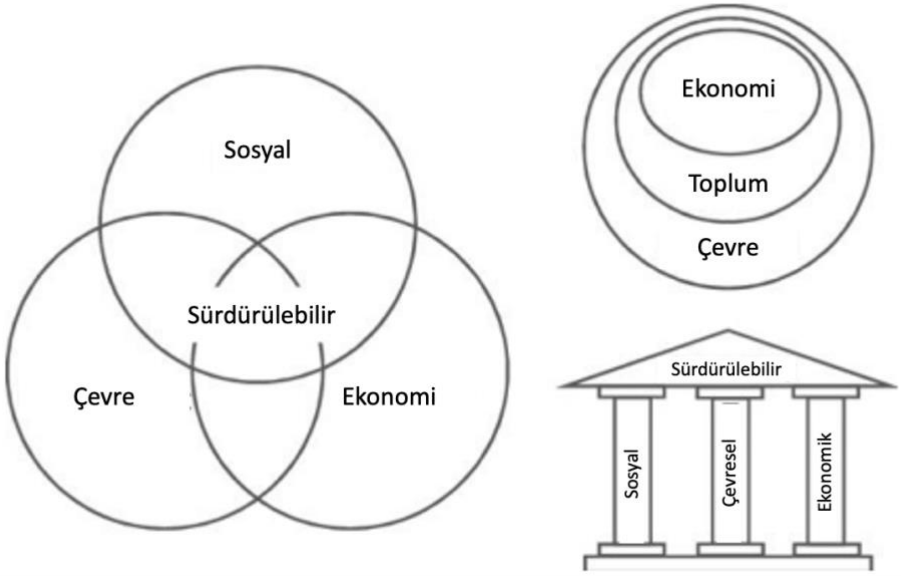
Alman Tedarik Zinciri Yasası (LkSG), Almanya'da kurulan şirketlerin küresel tedarik zinciri operasyonlarından zarar gören insanları ve çevreyi korumasını zorunlu kılan ilk yasal adım olarak literatürde yerini almıştır. Ocak 2023'te Almanya'da 3.000 çalışanı ve genel merkezi, ana şubesi veya yasal koltuğu olan tüm şirketler için yürürlüğe girmiştir. 2024'te Kanun, 1.000'den fazla çalışanı olan şirketlere uygulanmaya başlayacağı bildirilmiştir. Bu şartları taşıyan şirketler, Alman Tedarik Zinciri Yasasında belirtilen standartlara uymalıdır (Whispli, 2022).

Alman Tedarik Zinciri Yasasının durum tespiti yükümlülükleri aşağıdaki şekildedir (Whispli, 2022):

- Bir risk yönetim sistemi kurmak
- Uyumluluk için şirket içi sorumluluğu tanımlamak
- Düzenli risk analizleri yapmak
- Bir politika bildirimi yayınlamak
- Kendi iş alanınızda ve doğrudan tedarikçiler için önleyici tedbirler oluşturmak
- Düzeltici önlem almak
- Bir şikayet prosedürü oluşturmak
- Dolaylı tedarikçilerdeki risklerle ilgili durum tespiti yükümlülüklerini uygulamak
- Durum tespiti faaliyetlerini belgelemek ve raporlamak

5. TEDARİK ZİNCİRİNDE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Sürdürülebilirlik, kaynakların sınırlı olduğu ve kaynakların kullanım şeklinin uzun vadeli öncelikler ve sonuçlar dikkate alınarak ihtiyatlı ve mantıklı olması gerektiği önermesine dayanmaktadır. Bu nedenle 'sürdürülebilirlik' terimi, doğal kaynakların aşırı kullanımı, üretim faaliyetleri (enerji kullanımı ve kirlenmiş alt ürünler), ürünlerin doğrusal tüketimi, yatırım yönelimi, yaşam tarzı ve tüketici satın alma davranışı gibi alanlardaki gelişmeleri karakterize etmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Sürdürülebilirlik genel olarak üç açıdan ele alınmaktadır: çevresel, ekonomik ve sosyal. Bu üç boyut Şekil 9'da görüldüğü gibi kesişen üç daire, sütunlar ve iç içe daireler kullanılarak gösterilebilmektedir. (Tümenbatur, 2022).



Şekil 9. Sürdürülebilirliğin Üç Boyutu (Tümenbatur, 2022)

Tedarik zinciri, ürünlerin ham madde aşamasından başlayarak son kullanıcıya ulaşana kadar olan üretim, dönüşüm ve ilgili tüm aktiviteleri ve bilgi akışlarını içeren karmaşık bir süreçtir. Tedarik zinciri yönetimi (TZY), bu süreçleri daha etkili hale getirmek ve sürdürülebilir rekabet avantajları elde etmek amacıyla tedarik zinciri faaliyetlerini geliştirilmiş ilişkilerle entegre etme pratiğidir.

Geleneksel TZY'nin aksine, Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimi (STZY) ekonomik boyutun ötesine geçer. STZY, ekonomik, sosyal ve çevresel boyutları içeren üçlü alt çizgi yaklaşımını (Triple Bottom Line, TBL) benimser.

Sürdürülebilirlik, ekonomik büyüme, çevre yönetimi ve sosyal adalet arasında hassas bir denge kurmayı gerektirir. Sürdürülebilir kalkınma, işletmelerin stratejilerini ve faaliyetlerini etkileyen üç ana boyutu (çevresel, sosyal ve ekonomik) içerir. Başka bir çalışmada STZY'yi kurumsal sosyal sorumluluk, çevre yönetimi ve tedarik zinciri yönetiminin uyumlu bir birleşimi olarak tanımlar. Tedarik zincirinin gücünün sürdürülebilir kalkınmanın tüm yönleriyle pozitif bir ilişkisi olduğunu vurgular. Geleneksel modellerin aksine, sürdürülebilir bir tedarik zinciri, üretim sürecinin çevresel etkilerini zincirin her aşamasında dikkate alır. Tedarik zinciri sürdürülebilirliğiyle ilgili çeşitli unsurlar, STZY'nin yeşil tasarım, envanter yönetimi, yeniden üretim, ürün geri dönüşümü, tersine lojistik, atık yönetimi, enerji kullanımı ve emisyon azaltımı gibi alanlarda uygulanabileceğini göstermektedir. Birleşmiş Milletler'in 2010 Global Impact Raporu'na göre, tedarik zinciri sürdürülebilirliği, ürün ve hizmetlerin yaşam döngüsü boyunca çevresel, sosyal ve ekonomik etkilerin yönetilmesi ve iyi yönetim uygulamalarının teşvik edilmesini içerir. Bu yaklaşımın amacı, tüm paydaşlar için uzun vadeli çevresel, sosyal ve ekonomik değer yaratmak, korumak ve artırmaktır. İşletmeler, Birleşmiş Milletler Küresel İlkeler Sözleşmesi prensiplerini tedarik zinciri ilişkilerine entegre ederek kurumsal sürdürülebilirliği artırabilir ve daha geniş sürdürülebilir kalkınma hedeflerini destekleyebilirler (Becerra, Mula ve Sanchis, 2021).

STZY, her işletmenin ve tedarik zincirinin uzun vadeli ekonomik performansını artırmak amacıyla, örgütler arasındaki iş süreçlerini sistemli bir şekilde koordine eden, sosyal, çevresel ve ekonomik hedefleri stratejik ve şeffaf bir şekilde entegre eden bir organizasyonun başarılı uygulamasını ifade eder. Bu nedenle, sürdürülebilirlik stratejilerini ve operasyonları, kendi kurumsal sınırlarının ötesinde yönetmeli ve koordine etmelidir. Odak işletmenin, paydaşların katılımını tedarik zinciri sürdürülebilirliğine entegre etmesi, sürdürülebilirliğin tedarik zincirinde sağlanmasını ve genişlemesini sağlamak için kritik bir unsurdur.

Tedarik zinciri yönetimi, işletmelerin rekabet avantajı elde etmek için tek başlarına mücadele etmeyip, tedarik zinciri ortaklarıyla iş birliği yapması gerektiği temeline dayanır. Farklı tedarik zincirleri arasındaki rekabet, sistemin sürdürülebilirliği için tüm aşamaların etkili ve duyarlı bir şekilde işlemesi gerektiğini vurgular.

Sürdürülebilir ve etkili bir tedarik zinciri için üç anahtar unsur önemlidir: entegrasyon, iş birliği ve yenilik, malzeme ve bilginin verimli akışını kolaylaştırarak tedarik zinciri sürdürülebilirlik performansını güçlendirir. İş birliği, planlı bir çaba ve uyumlu hedefler gerektirir. Açık iletişim, kaynak paylaşımı, risk yönetimi ve ödüllendirmeler iş birliğini artırır, inovasyonu teşvik eder ve sürdürülebilirlik performansını iyileştirir. Yenilik ise, sürdürülebilir uygulamaların geliştirilmesine olanak tanıyan yeni yeteneklerin ve inovasyonların tedarik zinciri üyeleri tarafından anlaşılmasını ve benimsenmesini gerektirir.

Sürdürülebilirlik, özellikle STZY (sosyal, çevresel, ekonomik sürdürülebilirlik) açısından işletmeler için bir gerekliliktir. STZY, işletmelerin hayatta kalmakla kalmayıp aynı zamanda uzun vadeli başarıyı ve gelişimi nasıl sağlayabileceğini düşünmelerine yardımcı olur.

Sürdürülebilir bir tedarik zinciri tasarlamak, ürünün yaşam döngüsünü tam olarak anlamak ve geri kazanım süreçlerini de içeren çekirdek tedarik zinciri aşamalarını aşmak anlamına gelir. Bir tedarik zincirinin sürdürülebilirliği için azaltma, yeniden kullanım, geri dönüşüm, geri kazanım, yeniden tasarım ve yeniden üretim gibi altı ilkeyi içermelidir. Bu ilkelere uygun hareket eden işletmeler, sürdürülebilirlik hedeflerini gerçekleştirebilir ve uzun vadeli başarılı bir iş modeli oluşturabilirler.

Yapılan bir başka çalışmada (Gültekin ve Deste, 2021), STZY sürdürülebilirliğin farklı boyutlarını ekonomik, çevresel ve sosyal olarak incelemiş, çalışmamız ile yakından ilgili olan çevresel boyutu, Tablo 2'deki gibi özetlemiştir.

Tablo 2. Çevresel Boyutlar, Faydalar ve Ölçüm Örnekleri (Gültekin ve Deste, 2021)

Çevresel Boyut	Faydalar ve Sağlanan İyileşmeler	Ölçümler
Emisyonlar / Salınımlar	CO_2 salınımı Diğer çevreye zararlı salınımlar	Toplam CO_2 salınımı Azalan CO_2 salınım oranı
Doğal Kaynak Kullanımı	Yakıt tüketiminin azalması Su tüketiminin azaltılması	Yakıt tüketim miktarı Su tüketim miktarı Arsa kullanımı Enerji tüketim miktarı
Atıklar ve Geri Dönüşüm	Atık miktarının düşürülmesi Geri dönüştürülen malzeme ve ürünler Bio-enerji malzeme kullanımı	Geri dönüştürülebilir ambalaj oranı Malzeme kaybı Taşıma hasarları Sızıntı miktarı Zamanı geçmiş veya eskimiş ürün adetleri

Benzer şekilde (Öktem, 2019), çevresel KPI'ların geliştirilmesine yönelik genel yaklaşım, işletmenin çevresel girişimlerini, programlarını ve performansını şekillendirecek veya etkileyebilecek unsurları belirlemiştir. Tablo 3'te çevresel KPI örnekleri verilmiştir:

Tablo 3. Çevresel KPI Örnekleri (Öktem, 2019)

Çevresel KPI
• Elektrik, enerji ve malzeme tüketimi de dahil olmak üzere kıt doğal kaynakların verimli kullanımı • Yenilenemeyen kaynakların sürekli izlenmesi • Geri dönüştürülebilir malzemelerin verimli kullanımı • Çevre dostu ve güvenilir ürünlerin üretimi • Çevreye zararlı ürün ve malzemelerin kullanımının en aza indirilmesi • Çevrenin korunması ve ekosistemler üzerindeki olumsuz etkilerin önlenmesi • Tehlikeli maddelerin uygunsuz veya ihmalkar kullanımı, bertarafı veya taşınmasına ilişkin sigorta talepleri • Eko-verimlilik ve maliyet muhasebesi (oranlar, eğilimler, göstergeler, katma değer)

5.1. Tedarik Zinciri Anahtar Performans Göstergelerinin Seçimi ve Bu Göstergelerin Sürdürülebilirliğe Etkisi

Tedarik zinciri; arzın ve talebin yönetilmesinden, hammaddelerin tedarikine, üretimden montaja, depolamadan envanter yönetimine, sipariş yönetiminden müşterilere ürün dağıtımına kadar tüm faaliyetleri içerir. Bu süreçlerin sürdürülebilmesi için ihtiyaç duyulan bilgi sistemlerini de içerir.

Performans ölçümünün etkili olabilmesi için performans ölçme sistemlerinin belli niteliklere sahip olması gerekmektedir. Bu nitelikler şunlardır; bilgi sağlama yeteneği, gelişme teşviki, anlaşılırlık, güncellik ve zamanında bilgi sunma, anlam taşıma, esneklik ve uygunluk. (Gültekin ve Deste, 2021) Bu özelliklere sahip performans ölçüm sistemleri, işletmelerin faaliyetlerini değerlendirmek ve geliştirmek için önemli bir araçtır.

Anahtar performans göstergeleri (KPI), performansın izlenebilirliğini sağlamak ve istenilen sonuçlara ulaşmada önemli bir rol oynar. Yöneticiler, ana hedefleri göz önünde bulundurarak KPI'ları seçerler. Bu göstergeler, ölçülebilir olmalı ve organizasyonun amaçlarına uygun olmalıdır (Torbacki ve Kijewska, 2019). Performans göstergeleri farklı izleme yöntemleriyle takip edilebilir; grafiksel gösterim, alt ve üst sınırların izlenmesi, kırmızı-yeşil sinyaller vb. Bu yöntemlerle, beklenen değerin altında seyreden göstergeler tespit edilerek sistem uyarı verir ve performans kontrol altında tutulur. KPI'lar, kullanıldıkları alanlara göre çeşitli şekillerde sıralanabilir; ulaştırma performans göstergeleri, müşteri hizmetleri performans göstergeleri, tedarik zinciri performans göstergeleri, üretim performans göstergeleri gibi. Bu göstergeler, organizasyonun işlevi ve hizmet kapsamına bağlı olarak farklı alt kategorilere ayrılabilir. Bu şekilde, performansın etkili bir şekilde değerlendirilmesi ve geliştirilmesi sağlanabilir.

KPI'lar, organizasyonların belirlediği hedeflere yönelik ilerlemeyi ve gelişmeyi değerlendirmek ve ölçmek için kullanılan önemli araçlardır. Aynı zamanda, firmanın süreçlerini geliştirebileceği ve artırabileceği alanları belirlemeye yardımcı olur ve olası sorunlarla karşılaşmadan önce uyarı mekanizması sağlar. Doğru KPI göstergeleri seçimi, doğru performans değerlendirmesinin anahtarıdır; örneğin, satış ekibi ile bilgi teknolojileri ekiplerinin KPI'ları farklı olmalıdır.

Anahtar Performans Göstergelerinin özellikleri şunlardır:

- Organizasyonun hedeflerine uygun belirlenir ve hedefler değiştikçe güncellenmelidir.
- Az sayıda olmalı ve tüm departmanlarca benimsenmelidir.
- Ölçülebilir olmalıdır, yani somut verilere dayanmalıdır.
- Uzun dönemli perspektifi yansıtmalıdır, yani sürdürülebilir başarıyı ölçmelidir.
- Tanımlanabilir olmalıdır, yani açık ve net bir şekilde anlaşılabilir olmalıdır.

Bu özelliklere sahip KPI'lar, organizasyonların performansını değerlendirmek, geliştirmek ve sürekli olarak izlemek için etkili bir rehber olarak hizmet eder.

Anahtar performans göstergeleri (KPI - Key Performance Indicator), iş performansının değerlendirilmesi ve başarılı bir şekilde elde edilmesi için kullanılan metrik ve ölçüm araçlarıdır. KPI'lar, işletmenin temel hedeflerine ulaşmasını sağlayan ölçülebilir göstergelerdir. Bu göstergeler, sürelerden mesafelere, sıcaklıklardan ağırlıklara, potansiyel müşterilere ve satışlara kadar birçok sayısal değeri içerir, üzerinde aritmetiksel işlemler yapılabilen verileri temsil ederler. İşletmeye özgü metrikler ve KPI'lar, gelecekte olası riskleri önceden tahmin edebilmek için kullanılır ve hedeflere ulaşmada güvenilir değerlendirme kriterleridir.

KPI'lar, işletmelerin stratejik hedeflerine ne kadar başarılı bir şekilde ulaştığını değerlendirmek için kullanılır. Bu göstergeler, belirli bir birim veya çalışanın hedeflerini ölçer ve tanımlanabilir, ölçülebilir değerlerle bu hedeflere ne kadar etkili bir şekilde ulaşılabildiğini gösterir. KPI'lar belirli zaman dilimlerinde, geçmiş verilerle ve normlarla karşılaştırılarak değerlendirilirler. Ayrıca, belirlenen KPI'lar işletmenin ölçülebilir hedeflerinin durumu hakkında açıklayıcıdır. Etkili KPI'lar, karar alma noktalarına değerli katkılarda bulunarak işletmenin hiyerarşik veri birikimini zenginleştirirler.

Belirli bir iş sürecinin durumunu izlemek ve değerlendirmek için kullanılan ölçülere metrik denir. Bu metrikler, işletme için önemli veriler olarak kullanılmaya başlandığında daha da değer kazanır. Bu sayede, işletmenin yaşam döngüsü içinde durumu izlemek ve değerlendirmek için kullanılan ölçülebilir bir değer haline gelir. İşletmenin tüm süreçleri ölçülebilir değerlerle tanımlanabildiğinde, izlenebilir ve önlem alınabilir hale gelir. Tüm bu ölçümler, işletmenin stratejik hedeflerine uygun bir şekilde yorumlanabilmesi için

çalışanlar tarafından anlaşılabilir olmalıdır. Bu yüzden, ölçüm değerleri, işletmenin durumunu ifade eder ve bu değerleri yorumlamak için bilgili çalışanlar tarafından doğru bir şekilde değerlendirilmelidir. Metrikler ve KPI'lar, işletmenin güvenli izleme ve sağlıklı ilerleme süreçlerini desteklemek için önemli ölçütlere dayanır.

Bugünün işletmeleri, sadece kar maksimizasyonu değil aynı zamanda sosyal sorumlulukları da göz önünde bulunduruyor. Bu, işletmelerin çevre, toplum ve genel olarak tüm insanların refahını artırmaktan sorumlu olduğu anlamına gelir. Bu bağlamda, geleneksel Tedarik Zinciri Yönetimi (TZY) alanı, ekonomik, çevresel ve sosyal konuları dikkate alarak tedarik zincirini tasarlama ve optimize etme sürecinde Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetimi (STZY) tarafından genişletilmektedir. STZY uygulamalarını dört ana grupta toplamıştır:

- Sürdürülebilir Tedarik: Bu yaklaşım, satın alınan ürünlerin geri dönüştürülebilirlik, yeniden kullanılabilirlik ve toksik olmayan malzemeler gibi çevresel özelliklere uygun olmasını sağlar. Bu şekilde, hammaddelerin uygun bir şekilde tedarik edilmesiyle malzeme ikamesi ve tehlikeli maddelerin azaltılması yoluyla atık azaltma hedeflenir.
- Sürdürülebilir Dağıtım: Bu kısım, sürdürülebilir ulaşım, depolama, envanter kontrolü ve ambalajlama gibi çevresel sorunları ele alarak, olumsuz çevresel etkileri minimize etmeyi amaçlar. Yeşil ambalajlama özellikleri gibi faktörler, ürün taşımanın çevresel etkilerini azaltmada kritik rol oynar.
- Sürdürülebilir Üretim: Bu grup, az atık üreten veya hiç çevresel etkisi olmayan üretim süreçlerini içerir. Bu kategori, ürünlerin yaşam döngüsü boyunca çevreye olan zararlı etkilerini azaltmayı amaçlayan çevre dostu ve sürdürülebilir tasarımları içerir.
- Tersine Lojistik: Geleneksel lojistikten farklı olarak, tüketim noktasından kullanılmış veya kullanım ömrü bitmiş malların geri dönüşüm ve yeniden üretim amacıyla alınması sürecini içerir.

STZY uygulamaları dört ana grupta incelenmiştir (Becerra, Mula ve Sanchis, 2021):

- Sürdürülebilir Ürün Tasarımı: Ürünler, çevre dostu hammaddeler ve bileşenler kullanılarak tasarlanmalıdır. Kolay sökme, yeniden kullanma ve geri dönüşüm gibi özellikler ürün tasarımında önemli bir rol oynar.

- Sürdürülebilir Süreç Tasarımı: Tedarik zinciri organizasyonlarının sürdürülebilirlik performansı, süreç tasarımı ve yeniliği ile birlikte sürdürülebilir ürün tasarımının bir sonucudur. Bu süreçler, enerji ve kaynak tüketimini azaltmayı hedefler.
- Arz ve Talep Tarafında Sürdürülebilir İş Birliği: İşletmeler, tedarikçilerini çevre dostu malzeme ve parçalar sağlamaya teşvik etmeli, çevre yönetim sertifikalarını talep etmelidir.

5.2. Tedarik Zinciri Sürdürülebilirlik KPI Tanımları

Anahtar Performans Göstergesi (KPI), şirketlerin, iş birimlerinin, projelerin veya bireylerin stratejik hedeflere ne kadar iyi uyduklarını ölçmelerini sağlayan bir yöntemdir. İyi tasarlanmış KPI'lar, mevcut performans seviyeleri ile işletmenin hedeflediği nokta arasındaki net bir resmi sunar. Bu sayede KPI'lar, performansın değerlendirilmesinde etkili araçlar olarak kullanılır.

İşletmeler, sürdürülebilirliklerini sağlamak için faaliyetlerinin sonuçlarını farklı bir şekilde ifade ederek ölçmelidir ve bu süreci etkili bir şekilde yönetmelidir. Temel performans göstergeleri, bu amaçla kullanılabilecek önemli araçlardan biridir. KPI'lar, şirketlerin performansını ölçmek ve geleceği planlamak için kullandıkları üst düzey göstergelerdir. Aynı zamanda, KPI'lar, kuruluşun performansını ve belirlenen hedeflerle uyumunu üst düzey yöneticilere gösterir. Üst düzey KPI'lar, genel işletme performansına odaklanırken düşük düzeyli KPI'lar, ilgili alanlardaki süreç performansına odaklanır ve orta ve alt kademe yönetim, departman veya ekipler tarafından belirlenir.

Bu çalışmanın kapsamındaki 12 adet KPI tanımları Bölüm 8.1’de detaylı olarak verilmiştir.

6. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Son yıllarda sürdürülebilir tedarik zinciri performansı ve bu performansın ölçülmesi, araştırmacılar arasında oldukça önemli ve zorunlu bir konu haline gelmiştir. Tedarik Zinciri yönetiminde sürdürülebilirlik faaliyetlerinin firmaların finansal başarısı üzerindeki doğrudan ve dolaylı etkileri anlaşıldıkça, bu performansı etkileyen parametreleri belirlemek amacıyla birçok çalışma yapılmıştır.

Bu çerçevede, tedarik zinciri performansını ve bunu etkileyen süreçleri belirlemek amacıyla detaylı bir literatür taraması yapılmıştır. Araştırma, Web of Science, Scopus, Google Scholar, DergiPark ve YÖK Ulusal Tez Merkezi veri tabanları taranarak gerçekleştirilmiştir. İlk tarama, Ocak 2022'de "Tedarik Zinciri Performansı" ve "Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Süreçleri" anahtar kelimeleri ile yapılmıştır. Sonuçlara son 11 yıllık (2010-2022) makale ve tez çalışmaları dahil edilmiştir.

Web Of Science veri tabanı ilk taramada 78 çalışma, Scopus 23 çalışma, Google Scholar 216 çalışma, DergiPark 23 çalışma, YÖK Tez Merkezi ise 33 çalışma çıkarmıştır. Tüm çalışmaların özetleri incelenmiş ve çalışmamızın konusu olan Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Performansı ile ilgili 34 çalışma bulunmuştur.

Mayıs 2023 tarihinde literatür araştırması yenilenmiş ve aynı veri tabanları, aynı anahtar kelimeler kullanılarak tekrar taranmıştır. Ocak 2022 - Ocak 2024 tarihleri arasında Web Of Science 7 yeni çalışma, Scopus 12 yeni çalışma, DergiPark 4 yeni çalışma çıkarmıştır.

Bunun yanında çalışmamızın içeriğine göre “Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Uygulamaları” ve “Atık Yönetimi Performansı” anahtar kelimeleri ile çalışma tekrarlanmıştır. Burada Web Of Science’da 12 çalışma, Scopus’ta 58 çalışma, DergiPark’ta 23 çalışma bulunmuş ve yakın ilgili bulunan toplam 35 çalışmanın özeti Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4. Literatür Araştırması

No	Yazar(lar) ve Tarih	Problem	Çözüm Yöntemi	Kısa Özet ve Sonuç
1	Yılmaz, Atsan ve Sarı, 2020	Tedarik Zinciri Süreçlerinin Ölçüm ve İyileştirilmesinde Bir SCOR Modeli Uygulaması	Literatür araştırması ,Faktör Analizi	Tedarik Zinciri Konseyi tarafından geliştirilen SCOR (Tedarik Zinciri Operasyonları Referansı) modeli, talep tahmininden talebin karşılanmasına kadar tedarik zincirindeki tüm süreçleri kapsamaktadır. Bu çalışmanın amacı bisiklet sektöründe faaliyet gösteren firmaların tedarik zinciri performansını SCOR modelini kullanarak değerlendirmektir. SCOR modeli V12.0 kullanılarak Seviye 1, Seviye 2 ve Seviye 3 göstergeleri dikkate alınarak hazırlanmış ve 31 tedarik zinciri üyesi tarafından değerlendirilmiştir. Bu çalışmada literatürdeki benzerlerinden farklı olarak tedarikçi seçim kriterlerinin yanı sıra tedarikçi performansının ölçülmesine yönelik modelin SCOR bileşeni de değerlendirilmektedir. Bu sayede firmanın birçok tedarikçisinin sektörel incelemesi yapılmış ve SCOR modelinden elde edilen hangi faktörlerin belirleyici olduğu gösterilerek kapsamlı bir SCOR uygulaması örneği mevcut literatüre katkı sağlanmıştır.
2	Pinna, Demartini, Tonelli ve Terzi, 2018	How Soft Drink Supply Chains drive sustainability: Key performance Indicators (KPIs) identification	Literatür İncelemesi,	Sürdürülebilirlik kavramının şirketlerin performans yönetiminde önceliklendirilmesi gerektiğini savunan bu çalışmada bir meşrubat

No	Yazar(lar) ve Tarih	Problem	Çözüm Yöntemi	Kısa Özet ve Sonuç
			Vaka Çalışması	firmasında vaka çalışması yapılmıştır. 2 adet firmada yapılan vaka çalışmasında 4 konuya odaklanılmıştır, genel yönler, su ve enerji, ham madde ve paketleme malzemesi, emisyon. Çalışmanın sonunda bir model önerilmiştir. Kısıtlı sayıda firmada çalışma yapıldığı için, bir sonraki araştırmada daha fazla örnekleme alınması kararlaştırılmıştır.
3	Reddy, Rao ve Krishnanand, 2019	A review on supply chain performance measurement systems	Literatür araştırması	Bu çalışmanın birincil amacı, dünya çapında en popüler performans ölçüm sistemini belirlemektir. SCOR, AHP, hiyerarşik tabanlı yaklaşım, simülasyon teknikleri, süreç tabanlı yaklaşım ve VZA geldiğini gösteren bu çalışma 127 adet makale incelenerek hazırlanmıştır. Bir sonraki adımda ek çalışmalar yapılması öngörülmüştür.
4	Delipınar ve Kocaoğlu, 2016	Using SCOR model to gain competitive advantage: A Literature review	Literatür İncelemesi	Bu çalışmanın amacı, SCOR modelinin geliştirilmesi ve uygulanmasının gösterilmesidir. Bu çalışmada SCOR modeli ile ilgili makaleler değerlendirilmiştir. Bu çalışma ile SCOR modelindeki makaleler incelenmiş ve aşağıdaki başlıklara göre kategorize edilmiştir: başarılı SCOR modelinin kullanımları, iş ve BT stratejileri arasındaki stratejik uyum, SCOR modelinin sınırlamaları, ERP, performans kriterleri, tedarik zinciri yönetimi için modelleme ve teorik çerçeveler.

No	Yazar(lar) ve Tarih	Problem	Çözüm Yöntemi	Kısa Özet ve Sonuç
				Bu çalışmanın ardından literatürdeki boşluklar ve olası araştırma soruları ortaya konulmuştur. Bu etkiler ileride yapılacak çalışmalara ışık tutmaktadır.
5	Umac, Gontarz ve Stroud, 2015	Developing energy estimation model based on Sustainability KPI of machine tools	Vaka çalışması	Bu çalışmada, gerçek eko-verimliliği tahmin etmek için bütüncül bir yaklaşım önerildi. Önerilen yaklaşım, vakada incelenerek modellenerek sürdürülebilirlik yaklaşımına destek verdi. İlerleyen çalışmalarda bu modeli valide etmek ve diğer robot sistemlerine uygulamaya karar verilmiştir.
6	Öktem, 2019	Sürdürülebilirlik Raporlamasında Ölçüm Parametreleri KPI'LAR: BANKACILIK SEKTÖRÜNDE ANALİZ	Vaka incelenmesi Analiz	Bu çalışmada öncelikle sürdürülebilirlik raporlamasının kapsamı tanımlanmakta, şirketlerin sürdürülebilirlik raporu hazırlama veya hazırlamama nedenleri ve sürdürülebilirlik raporlaması süreci açıklanmaktadır. Daha sonra sürdürülebilirlik ölçümünde çok önemli olan temel performans göstergelerini (KPI) ölçerken dikkate alınması gereken kriterler belirlenerek sürdürülebilirlik boyutlarına göre sınıflandırılarak ekonomik, sosyal ve çevresel KPI parametreleri elde ediliyor. Bu parametreleri bağlamsallaştırmak için, bankacılık sektöründe belirlenen üç kurumsal bankanın sürdürülebilirlik raporlama durumu ve temel performans göstergelerine ilişkin bir analiz gerçekleştirilmiştir.

No	Yazar(lar) ve Tarih	Problem	Çözüm Yöntemi	Kısa Özet ve Sonuç
7	Korkmaz, 2015	Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi ve Sürdürülebilir Uygulamalar	Literatür Çalışması	Bu çalışmanın amacı Tedarik Zincirindeki Operasyonlarda Yeşil ve Sürdürülebilir uygulamalar için çözüm önerileri ve örnekler sunmaktır. Firmaların yayınladığı sürdürülebilirlik raporları ışığında uygulama örneklerine yer verilmiştir.
8	Moshood, Nawanir, Mahmud, Sorooshian ve Adeleke, 2021	Green and low carbon matters: A systematic review of the past, today, and future on sustainability supply chain management practices among manufacturing industry	Literatür Çalışması Analiz	Bu araştırmanın amacı, şirketlerin neden ve nasıl sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi tekniklerini uygulamalı konusundadır. Bu çalışma iklim değişikliğinin, insanoğlunun en önemli tehditlerinden biri olarak ortaya çıkarıyor. Sonuçlar gösteriyor ki Tedarik zinciri yönetimindeki yoğunlaşma, orta-akım TZY faaliyetleriyle ilgili iç çevre verimliliğinin iyileştirilmesi üzerinedir.
9	Dubey ve Gunasekaran, 2015	Building Theory of Green Supply Chain Management using Total Interpretive Structural Modeling	Literatür Çalışması Analiz	Makalenin amacı, toplam yorumlayıcı yapısal modelleme kullanarak bir Green Supply Chain Management teorisi oluşturmaktır. Yeşil teknoloji, ıskarta yönetimi , müşteri odağı gibi gerçekleştiricileri analiz eden bu çalışma limitli örneklendirme olduğu için ileride daha fazla örnekle yenilenmelidir.
10	Becerra, Mula ve Sanchis, 2021	Green supply chain quantitative models for sustainable inventory management: A review	Literatür Çalışması Analiz	Bu makale, nicel yöntemlerle ilgili 91 çalışmanın sistematik ve güncel bir incelemesini ve sınıflandırmasını sunmaktadır. Sürdürülebilir envanter yönetimi için yeşil tedarik zincirlerinin incelendiği bu çalışmada kantitatif analiz yapılmıştır. Kriterlerin

No	Yazar(lar) ve Tarih	Problem	Çözüm Yöntemi	Kısa Özet ve Sonuç
				belirlendiği bu makalede finansal veriler kullanılmamıştır.
11	Kolev ve Neligan, 2022	Effects of a supply chain regulation: Survey-based results on the expected effects of the German Supply Chains Act	Anket çalışması	Bu çalışmada German supply chain act'in firmalara getireceği yükle ilgili belli bir örnekleme içinde anket yapılmıştır. Yeni düzenden etkilenme, maliyet ve adaptasyon konuları anket sonuçları olarak çıkmış daha fazla model şirketlerde uygulanması gerekliliği doğmuştur.
12	Weihrauch, Carodenuta ve Leipold, 2022	From voluntary to mandatory corporate accountability: The politics of the German Supply Chain Due Diligence Act	Vaka incelenmesi Analiz	Söylemsel aracılık yaklaşımını uygulamak ve politika belgelerinden elde edilen kanıtları kullanmak ve kilit paydaşlarla 21 görüşme, Almanya'da 'Mandatory due diligence'e giden yolu açan siyasi stratejileri analiz edilmiştir. Tedarik Zinciri Durum Tespiti Yasası"nı oluşturan son yasa, üçü arasındaki uzlaşmayı açıkça gösteriyor.
13	Kuwornu, Khaipetch, Gunawan, Bannor ve Ho, 2022	The adoption of sustainable supply chain management practices on performance and quality assurance of food companies	Metodoloji ve Literatür İncelemesi	Bu çalışma, sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi (SSCM) uygulamalarını benimsemenin gıda üzerindeki etkisini inceledi. Şirketlerin sürdürülebilir performansı ve gıda kalite güvencesi için Bangkok'ta 126 adet şirket incelenmiştir. SUR ve OLS metotları kullanılmıştır, Sonuçlar, şirketlerin çevreyi iyileştirebileceğini ve iç çevreyi güçlendirerek sosyal performansları yönetim ve sosyal sorumluluk yönetimini geliştirmiştir.

No	Yazar(lar) ve Tarih	Problem	Çözüm Yöntemi	Kısa Özet ve Sonuç
14	Torbacki ve Kijewska, 2019	Identifying Key Performance Indicators to be used in Logistics 4.0 and Industry 4.0 for the needs of sustainable municipal logistics by means of the DEMATEL method	DEMATEL method Sustainability	Bu çalışmada Anahtar performans göstergeleri (KPI'lar) üç alan açısından formüle edilmiştir: Endüstri 4.0, Lojistik 4.0, ve üretim tesislerine ve üretim tesislerinden ürün dağıtımı alanında sürdürülebilir kalkınma.10 adet karakteristik KPI belirlenmiş, DEMATEL ile de sadeleştirilmiştir. Bir sonraki çalışmada finansal girdiler kullanılacaktır.
15	Fritz, 2022	A supply chain view of sustainability management	Literatür incelemesi	Bu araştırmada, SSCM kavramsallaştırılmış ve teori düzeyine getirilmiştir. Bir SCV önermek için paydaş teorisi ile SSCM literatürünü birleştirerek iki ürünle örneklenen sürdürülebilirlik yönetimi ve bir hizmet önermiştir. Gelecekteki araştırmalar için yönergeler, daha fazla nitel ve nicel araştırma içermelidir.
16	Joshi, 2022	A review on sustainable supply chain network design: Dimensions, paradigms, concepts, framework and future directions	Literatür incelemesi	Amaç, sürdürülebilirliğin literatürde nasıl ele alındığını anlamak ve akademisyenler tarafından uygulanan boyutların, paradigmaların ve kavramların kullanımını anlamak olan bu çalışmada literatür incelemesi yapılmıştır. Bir sonraki çalışmada yeni sürdürülebilirlik parametrelerinin karar vericilere dahil edilmesine karar verildi.
17	Saeed ve Kersten, 2017	Supply chain sustainability performance indicators - a content analysis based on published standards and guidelines	İçerik analiz yaklaşımı	Bu araştırma makalesinin temel amacı, standartların ayrıntılı bir içerik analizini yapmak ve kullanımını belirlemek için yönergeler SSCM için göstergeler ve süreci

No	Yazar(lar) ve Tarih	Problem	Çözüm Yöntemi	Kısa Özet ve Sonuç
				anlamak ve sürdürülebilirlikle ilgili performans ölçümü önerisi getirmektir. Çalışma, temel özellik için net bir SPI listesi sağlamıştır. Kategoriler için güçlü bir temel sağlar. Bir sonraki çalışmada farklı coğrafyalarda ve farklı metotlarla tekrarlanması planlanmıştır.
18	Ramalho ve Martins, 2022	Sustainable Human Resource Management in the Supply Chain: A new framework	Literatür incelemesi	Bu çalışma Tedarik zinciri yönetiminde sürdürülebilir insan kaynakları aksiyonları üstünde çalışmıştır. 15 adet inşaat firmasında yapılan bu analizde ileride bu modelin diğer sektörlerde kullanılması ve uyarlanması önerilmektedir.
19	Eşmen, Bedük ve Bedük, 2015	Yaşanabilir Bir Dünya İçin Yeşil Lojistik: Türkiye ve Dünya Uygulama Örnekleri	Literatür Araştırması	Bu makale yeşil mutabakat kapsamında uygulanan lojistik aksiyonlarını ele almıştır. Daha fazla ve daha farlı sektörlerde çalışma yapılmasına karar verilmiştir.
20	Ardekani, Sobhani, Barbosa ve De Sousa, 2023	Transition to a sustainable food supply chain during disruptions: a study on the Brazilian food companies in the Covid-19 era	Anket	Bu çalışmanın amacı, COVID-19 salgınının etkilerini değerlendirmektir. Tarımsal gıda tedarik zincirleri bağlamında sürdürülebilir (çevresel, sosyal ve ekonomik) performansı ölçmeye çalışıyor. Bir sonraki çalışmada başka ülke ve sektörde genişletilmesine karar verilmiştir.
21	Njomane ve Telukdarie, 2022	Impact of COVID-19 food supply chain: Comparing the use of IoT in three South African supermarkets	Literatür incelemesi	Bu çalışma, Güney Afrika'daki üç büyük süpermarketin performansını karşılaştırarak COVID-19 pandemisinin etkisini anlamayı amaçlamaktadır. Bir sonraki çalışmada dijital teknolojilerin kullanılmasına karar verilmiştir.

No	Yazar(lar) ve Tarih	Problem	Çözüm Yöntemi	Kısa Özet ve Sonuç
22	Accorsi, Cholette, Guidani, Manzini ve Ronzoni, 2022	Sustainability assessment of transport operations in local Food Supply Chain networks	Vaka çalışması	Bu makale, tedariklerin geniş bir şekilde parçalanması, dahil olan çok sayıda aktör, çoklu aşamalar ve jenerik bir gıda siparişinin kat ettiği rotalarda sınırlı görünürlük ile karakterize edilen bölgesel bir meyve ve sebze tedarik zincirine ilişkin bir vaka incelemesini gözden geçirmektedir. Bu makale, taze meyve ve sebzelerin yetiştiricilerden bir üreticiye dağıtım işlemlerine ilişkin bir vaka çalışmasını göstermektedir. Bir sonraki çalışmada çok aşamalı optimizasyon modeli kullanılmasına karar verilmiştir.
23	Everhardt, Campos Nave ve Bauer, 2023	The new German Supply Chain Due Diligence Act (LkSG) – what needs to be done	İnceleme	Bu çalışmada 1 Ocak 2023'ten itibaren LkSG kurallarının, yasal yapıları, merkezleri, ana iş yerleri veya yasal kayıtlı ofisleri ne olursa olsun tüm Alman şirketlerini doğrudan etkileyeceğini araştırmıştır. Bir sonraki çalışmada diğer ülkelerde uygulanması araştırılacaktır
24	Ağar, 2010	Tedarik Zinciri Yönetiminde SCOR Modeli, Tedarik Süreci Performans Değerlendirmesi CE Scorcard Uygulaması		Çalışma, tedarik zinciri yönetimi kavramını ve SCOR modelini, uygulanan şirketlerin tedarik süreçlerinde puan kartı modelini kullanarak performansı ölçmek ve değerlendirmek için uygulanmasını da içerecek şekilde incelemektedir.
26	Coşkun, Yıldız ve Bayraktar, 2022	Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetiminde Tedarikçi Değerlendirme Kriterlerinin DEMATEL Yöntemiyle İncelenmesi ve Ahşap Sektöründe Bir Uygulama	DEMATEL	Bu çalışmanın temel amacı, sürdürülebilir tedarik zincirlerinde tedarikçi seçim kriterlerinin belirlenmesi, değerlendirilmesi ve hangi kriterlerin daha önemli olduğunun tespit

No	Yazar(lar) ve Tarih	Problem	Çözüm Yöntemi	Kısa Özet ve Sonuç
				edilmesidir. Çalışma kereste sektöründe gerçekleştirilmiş olup farklı sektörlerde de tekrarlanabilir.
27	Sağlam, Taş ve Akhan Baykan, 2020	Geri Dönüştürülebilir Atıkların Materyallerine Göre Sınıflandırılması için Raspberry Pi Tabanlı Donanım Geliştirilmesi	Literatür Araştırma Veri Toplama	Bu çalışmada atıkların sınıflandırılması için bir model sunulmuştur.
28	Moshood, Nawanir, Mahmud, Sorooshian ve Adeleke, 2021	Green and low carbon matters: A systematic review of the past, today, and future on sustainability supply chain management practices among manufacturing industry	Literatür Araştırması	Çalışma İmalat sanayinde sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi uygulamalarının dünü, bugünü ve geleceğinin sistematik bir incelemesine odaklanmıştır. Farklı sektörde ve farklı metodoloji ile değerlendirilebilir.
29	Akman Dömbekci ve Erişen, 2022	Nitel araştırmalarda görüşme tekniği	Analiz	Bu çalışmada görüşme tekniklerinin aşamalarının literatürde nasıl sınıflandırıldığı ve bunlardan hangisinin en iyi sınıflandırma olduğu belirlenmeye çalışılmıştır. Bu bağlamda bu çalışmanın amacı, mümkün olan en kapsamlı sınıflandırma yoluyla araştırmacılara görüşme tekniklerinin kullanımı konusunda rehberlik sağlamaktır.
30	Gültekin ve Deste, 2021	Tedarik Zinciri Yönetiminde Sürdürülebilirlik Uygulamaları ve Malatya İli Örneği	Veri Toplama Yöntemi	Bu çalışma, son yıllarda tedarik zinciri yönetimi bağlamında önemi hızla artan "sürdürülebilirlik" kavramını ele alarak literatüre katkı sağlamayı amaçlamaktadır. Bu amaçla sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi araştırmaları kapsamında firmaların engelleri ve algıları ölçülmeye ve firmaların bazı temel

No	Yazar(lar) ve Tarih	Problem	Çözüm Yöntemi	Kısa Özet ve Sonuç
				özelliklerine göre engellerin ve algı düzeylerinin dağılımında farklılık olup olmadığı belirlenmeye çalışılmaktadır.
31	Büyüközkan ve Karabulut, 2017	Energy project performance evaluation with sustainability perspective	Case study AHP	Bu makale, yatırımcılara karar destek aracı olarak enerji üretim projelerine yönelik bir performans değerlendirme modeli önermeyi ve bunun kullanışlılığını bir örnek olay üzerinde göstermeyi amaçlamaktadır. Enerjiden farklı bir gösterge için tekrarlanabilir.
32	Sağlam, Taş ve Akhan Baykan, 2020	Geri Dönüştürülebilir Atıkların Materyallerine Göre Sınıflandırılması için Raspberry Pi Tabanlı Donanım Geliştirilmesi	Veri Toplama Yöntemi	Bu çalışmada, geri dönüşüm projelerinde kullanılmak üzere, geri dönüşüm kutularındaki kağıt, cam ve plastik atıkların gerçek zamanlı olarak tespit edilmesini sağlayan, gerekli elektronik malzeme ve yazılımlar kullanılarak bir malzeme tanımlama sistemi geliştirilmiştir.
33	Tümenbatur, 2022	Kentsel Tarım ve Kısa Gıda Tedarik Zincirleri	Veri toplama	Çalışmanın amacı birbiriyle bütünleşik ve etkileşimli bir yapıda olan kentsel tarım üretimine sürdürülebilirlik yaklaşımıyla katkı sağlamaktır.
34	Altuntaş ve Türker, 2012	Sürdürülebilir Tedarik Zincirleri: Sürdürülebilirlik Raporlarının İçerik Analizi	Analiz	Yapılan analizde Türkiye'de üretim yapan firmaların sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi ve bunun yanında tedarikçi kavramı, tedarikçilerin çalışma koşulları ve onların sürdürülebilirlik faaliyetleri gibi alt boyutlarına yönelik algıları araştırılmıştır.

Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Süreçleri ve Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Performansı ve Atık Yönetimi ilişkisini inceleyen çalışmaların son yıllarda tekrar artış gösterdiğini görüyoruz. Son yıllarda, global iklim değişikliği ve sürdürülebilirlik kavramlarının önem kazanmasıyla birlikte, bu konular düzenli olarak araştırmacıların ilgisini çekmiştir. Çalışmalar, konularına göre kategorize edildiğinde, tedarik zinciri performansını etkileyen faktörlere ve performansın ölçümüne ilişkin çalışmaların en fazla sayıda olduğu görülmektedir. Bu durum, tedarik zinciri performansını etkileyen bileşenleri anlamak için çok fazla çaba gerektirdiğini göstermektedir. Tablo 5, çalışmaların kategori dağılımını göstermektedir.

Tablo 5. Literatür Kategori Dağılımı

Kategori	**Sıklık**
Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Süreçleri	9
Sürdürülebilirlik Performans Ölçümü	8
Yeşil Tedarik Zinciri	7
SCOR model	3
Alman Tedarik Zinciri Kanunu	3
Atık Yönetimi	2
Tarım Gıda Tedarik Zinciri Yönetimi	2
Araştırma Teknikleri	1

Yapılan çalışmaların 9 tanesi Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Süreçleri performansını etkileyen faktörleri ve ölçüm tekniklerini inceleyen çalışmalardır. Bunu benzer çoğunlukta Sürdürülebilir Performans Ölçümü, geri kalan 18 çalışma Yeşil Tedarik Zincirinde SCOR uygulamaları ve Atık Yönetimi uygulamalarından oluşmaktadır.

Çalışmalarda kullanılan yöntemleri incelediğimizde vaka çalışmasıyla literatür araştırmasının en sık kullanılan yöntem olduğunu görüyoruz. Bunu modelleme ve veri toplama yöntemleri izlemektedir. Kullanılan yöntemlerle ilgili özet bilgi Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Literatür Araştırma Yöntemi

Araştırma Yöntemi	Sıklık
Vaka Çalışması	11
Literatür Araştırması	10
Modelleme	5
Veri Toplama	4
Anket	3
Kavramsal Çalışma	2

Bu bölümde gösterildiği gibi, TZY performansı ile ilgili birçok çalışma yapılmışken, Sürdürülebilir Tedarik Zinciri (STZ) performansının ne olması ve hangi KPI'lara odaklanılması gerektiği ile ilgili çalışmalar az sayıdadır. Bulunan az sayıda çalışma da spesifik bir konunun (örn. Sürdürülebilirlik Raporu) değerlendirilmesidir. Altuntaş ve Türker (2012) çalışmasında seçilen 10 firmanın kamuoyuna sundukları raporlar üç temel aşamada incelemeye tabi tutulmuştur. Yine benzer bir çalışmada (Pinna, Demartini, Tonelli ve Terzi, 2018) STZ kapsamında bir meşrubat firmasında vaka çalışması uygulayıp hangi süreçlerin bu performansa etkisi olduğu incelenmiştir. Üretim yapan gıda işletmelerinde, bu süreçleri ve ilgili iyi uygulamaları bir bütün olarak ele alan, bunları önem derecelerine göre önceliklendiren ve sürdürülebilir tedarik zinciri performansına etkilerini inceleyen bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu çalışmaya konu olan SCOR 14 ve Alman Tedarik Zinciri Kanunu'nun performans ölçümüne etkisi ile ilgili çalışmalar da yeterli düzeyde değildir. Bu haliyle, sürdürülebilir tedarik zincirindeki performans göstergelerini açıklayan, geri dönüştürülen girdi oranını analiz eden, bunların şirket sürdürülebilirlik performansına olan etkisini inceleyen ve modelleyen, ayrıca sürdürülebilir tedarik zinciri performansını iyileştirmek isteyen şirketlerin hangi uygulamalara dikkat etmeleri gerektiğini gösteren bir çalışmanın literatüre önemli bir katkı yapması beklenmektedir.

Aynı zamanda, literatürdeki araştırmalar tedarik zinciri performansını çoğunlukla genel bir açıdan olarak ele almıştır. Fakat, çok geniş bir kavram olan sürdürülebilir tedarik zinciri performansının başka şekillerde değerlendirilmesi beklenmektedir. Çalışmamızda

sürdürülebilir tedarik zinciri performansının SCOR 14 ve Alman Tedarik Zinciri Kanunu regülasyonu etkisiyle incelenerek literatürdeki diğer çalışmalardan ayrışılmıştır.

7. YÖNTEM

Bu çalışma, sürdürülebilirliğin tedarik zinciri üzerindeki etkisine odaklanarak, çevresel etkileri araştırılarak, çeşitli araştırma yöntemleri ve süreçler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. SCOR 14 güncellemeleri esas alınıp literatürde yayınlanan önemli mevzuat değişikleri incelenmiştir. Alman Tedarik Zinciri Yasası prensipleri esas alınmıştır.

Çalışmanın bu bölümünde araştırmanın metodolojisi, kullanılan yöntemler, verilerin toplanması gibi temel bilgiler ele alınmıştır.

7.1. Araştırma Metodolojisi

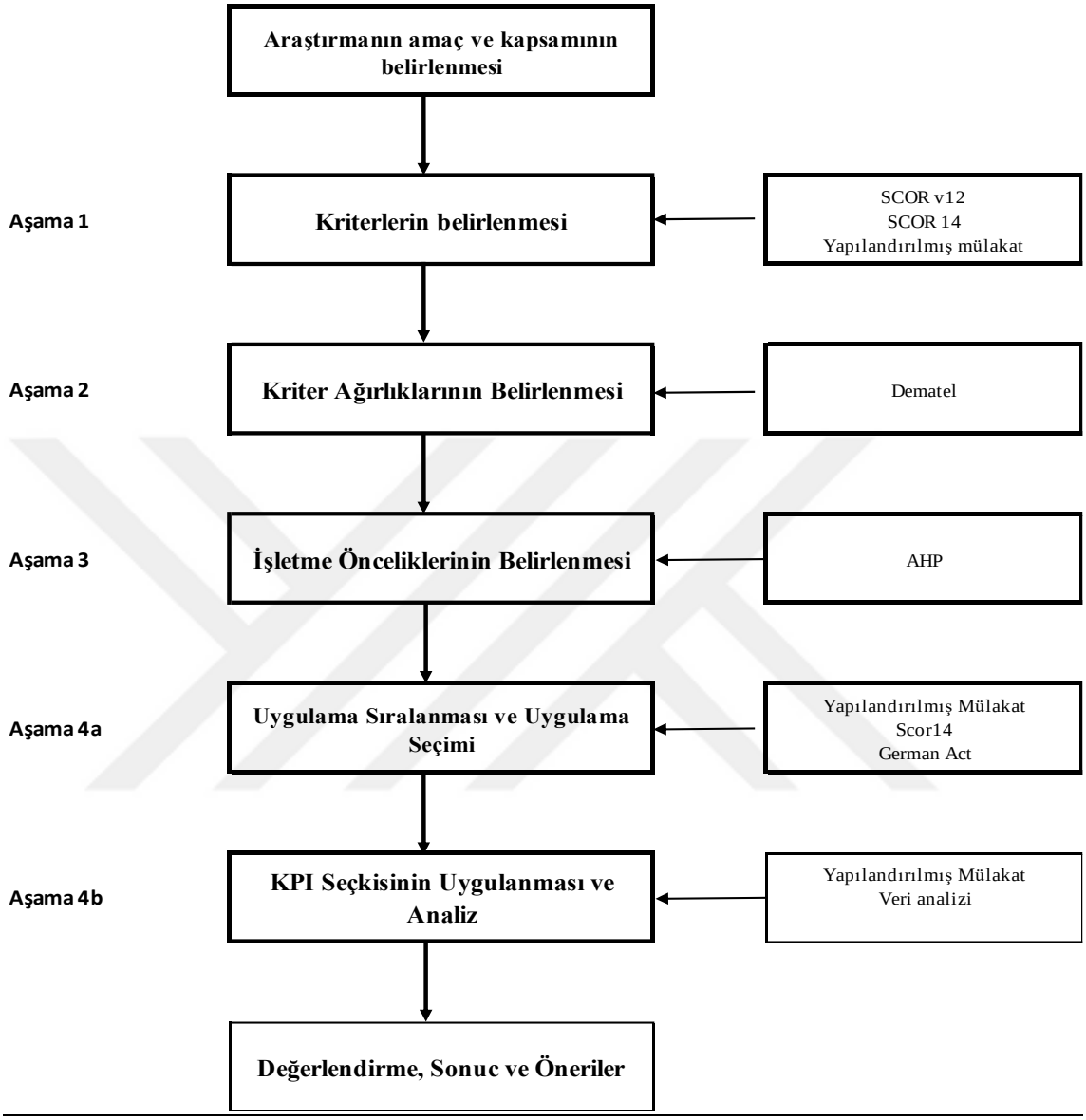
Bu çalışmada 4 aşamalı bir metodoloji kullanılmıştır. Araştırmanın amaç ve kapsamı belirlendikten sonra Şekil 10'da da görüleceği gibi ilk aşamada kriterler belirlenmiştir.

Birinci aşamada literatür araştırması, SCOR 14, Almanya Tedarik Zinciri Yasası (German Act), konferans izleme ve yarı yapılandırılmış mülakatlar sonucunda toplam 12 adet kriter belirlenmiştir. Yarı yapılandırılmış mülakat, sektörün ileri gelen yöneticileri, akademisyen ve bilir kişilerle yapılmıştır.

İkinci aşamada bilir kişilerin seçtiği 12 adet KPI, DEMATEL yöntem basamakları izlenerek 6 öncelikli KPI'ya düşürülmüştür.

Üçüncü aşamada AHP yöntemi ile işletme öncelikleri belirlenmiştir. Bu yaklaşım, öncelikleri de dikkate almak için her bir kriteri diğerine göre değerlendirir. Karar karşılaştırma ölçeği, kriterlerin önem derecelerini belirlemek için birbirleriyle karşılaştırılır.

Dördüncü aşamada, ikinci aşamada bulduğumuz en önemli kriteri veri toplama yöntemi ile bir gıda işletmesinin 5 adet üretim lokasyonunda hesaplaması yapılmış ve derecelendirilmiştir.



Şekil 10. Araştırmanın Metodolojisi

7.2. Araştırmada Kullanılan Yöntemler

Literatür araştırması, SCOR 14, ve yarı yapılandırılmış mülakatlar ile Tedarik Zinciri Sürdürülebilirlik KPI'ları netleştirilmiştir. Bu indikatörleri ağırlıklandırmak için DEMATEL yöntemi kullanılmıştır. AHP yöntem ile de önceliklendirilmiştir. Uygulama bu sonuca göre veri analizi yaparak yapılmıştır.

7.2.1. DEMATEL

DEMATEL - The Decision Making Trial and Evaluation Laboratory Method yöntemi, karmaşık "dünya problemlerini" analiz etmek amacıyla Cenova Battele Enstitüsü tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntem, uzmanların bilgisini kullanarak bir yapısal modeli düzenlemektedir (Koçak ve Diyadin, 2018). DEMATEL yöntemi, kriter ağırlıklarını belirleme ve kriterlerin önem derecelerini sıralama imkânı sağlamaktadır. Ayrıca, bu yöntem kriterler arasındaki etki derecesini ölçmektedir. Ölçülen kriterler arasında daha fazla etkisi olduğu kabul edilenler "dağıtıcı" (Dispatcher) olarak adlandırılırken, diğerlerinden daha az etkilenenler ise "alıcı" (Receiver) olarak adlandırılmaktadır. DEMATEL metodunun önemli bir avantajı, dolaylı ilişkileri içeren uzlaşmacı sebep-sonuç modelini kapsamasıdır. DEMATEL yöntemi, çizge kuramına dayalı olup, tüm kriterlerin birbirleriyle ilişkili olduğu kabul edilmektedir. Bu yöntem, alternatifleri derecelendirmek için diğer birçok çok kriterli karar verme yöntemiyle beraber kullanılmaktadır. Pazarlama fonksiyonundan insan kaynaklarına kadar birçok alanda birden çok kriterin alternatif seçimini etkilediği durumlarda uygulanabilir (Coşkun, Yıldız ve Bayraktar, 2022). Metodun 5 adımı vardır (Uçal Sarı, Çayır Ervural ve Bozat, 2017):

Adım 1: Direk İlişki Matrisinin Kurulması

Kriterler arasındaki ilişkiler aşağıdaki Tablo 7'de verilen birbirinden farklı beş ölçek ile değerlendirilerek direkt ilişki matrisi (T) oluşturulur (Koçak ve Diyadin, 2018).

Tablo 7. DEMATEL Metodu Değerlendirme Ölçeği (Koçak ve Diyadin, 2018)

0	Etkileşim yok
1	Çok düşük seviyede etkileşim
2	Düşük seviyede etkileşim
3	Yüksek seviyede etkileşim
4	Çok yüksek seviyede etkileşim

$$T = (tij)nxm \quad (1.1)$$

Direkt ilişki matrisi, nxn yapıya sahiptir. Uzmanların Tablo 7'deki ölçeği kullanıp faktörlerin birbirini etkileme düzeylerini tespit etmelerinden sonra oluşmaktadır.

Adım 2: Normalize edilmiş direkt ilişki matrisinin oluşturulması

Direkt ilişki matrisi "k" katsayısı aracılığı ile normalize edilir. Her bir satır ve sütunda bulunan elemanlarının toplamları arasında en büyük olan değerin tersi "k" katsayısını verir.

$$k= \frac{1}{max1\leq ii\leq n\sum_{j}^{n}=1aij} \quad (1.2)$$

(1.2)

Elde edilen "k" katsayısı "T" matrisiyle çarpılarak "M" matrisi elde edilir.

$$M = kxT \quad (1.3)$$

Adım 3: Toplam İlişki Matrisinin Oluşturulması

Normalize edilmiş ilişki matrisi (M) ile I birim matrisinden normalize edilmiş ilişki matrisinin (M) çıkarılmış halinin tersi çarpılarak elde edilir.

$$S = M(I - M)^{-1} \quad (1.4)$$

Adım 4: Etkileyen-etkilenen diyagramı oluşturulması

Her satır ve sütun birbirinden ayrı olarak toplanır. Daha sonra satır toplamları için "D" vektörü, sütun toplamları için "R" vektörü oluşturulur.

$$D = (\sum_{i=1}^{n} ti_j)_{ixn} = (t_j)_{nx1} \quad (1.5)$$

$$R = (\sum_{j=1}^{n} ti_j)_{ixn} = (t_j)_{nx1} \quad (1.6)$$

D ve R vektörlerinin belirlenmesinin ardından, D+R ve D-R vektörleri elde edilir. Diyagramda D+R yatay eksende gösterilerek "öncelik", D-R ise dikey eksende gösterilerek "ilişki" olarak tanımlanır (Karar vericiler veya uzmanlar tarafından belirlenen eşik değeri ile T matrisinde eşik değerinden büyük etki değerlerine sahip faktörler seçilerek, etkileyen-etkilenen diyagramına dönüştürülür). Tablo 8 ile kriterlerin öncelik ve ilişki değerlerinin yorumlarına yer verilmiştir.

Tablo 8. Kriterlerin Öncelik (D-R) ve İlişki (D+R) Değerlerinin Yorumu (Yıldız, Bayraktar ve Coşkun, 2022)

İlişki (D-R) Değeri	Öncelik (D+R) Değeri	Kriterin Özelliği
Pozitif	Yüksek	Çözüm için odaklanılması gereken ve yüksek önem derecesine sahip kriterlerdir. Nedensel kriter grubuna dahildirler ve diğer kriterleri etkileyerek dolaylı yoldan değiştirebilirler.
Pozitif	Düşük	Bağımsız kriterler olarak sınıflandırılır. Nedensel kriter grubuna dahildirler, ancak diğer kriterler üzerindeki etkisi azdır.
Negatif	Yüksek	Sonuç kriteri olarak sınıflandırılır ve nedensel kriterlerdeki değişimler bu kriterleri etkiler.
Negatif	Düşük	Bağımsız kriterler olarak sınıflandırılır. Sonuç kriteri grubunda yer alır ve nedensel kriterler tarafından çok fazla etkilenmez.

Adım 5: İç bağımlılık matrisinin oluşturulması

Nihai ilişki matrisinin her sütununun toplamı bir olacak şekilde normalize edilmesiyle iç bağımlılık matrisi oluşturulur.

Adım 6: D+R; D-R ve faktörlerin önem derecelerinin hesaplanması

Kriterlerin önem ağırlıkları hesaplanır. Ağırlıklar D ve R vektörlerinin toplam etkilerinin ($Di + Ri$) ve net etkilerinin ($Di - Ri$) kareli ortalaması alınarak hesaplanır.

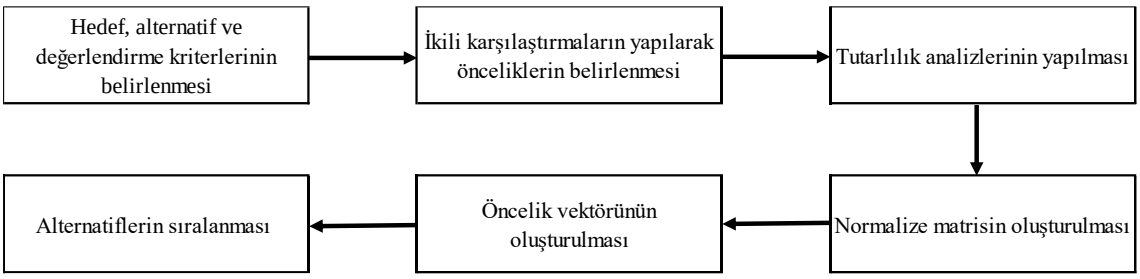
$$w_i = \left((D_i + R_i)2 + (D_i - R_i)2\right)1/2 \quad (1.7)$$

7.2.2. Analitik hiyerarşi süreci

Analitik Hiyerarşi Süreci (Analytical Hierarchy Process: AHP), ilk olarak 1968 yılında Myers ve Alpet tarafından ortaya atılmıştır ve daha sonra 1977 yılında Saaty tarafından karar verme problemlerini çözmek için geliştirilmiş bir yöntemdir. AHP, nicel ve nitel kriterleri değerlendirebilen, birey ve grupların tecrübelerini, bilgilerini ve düşüncelerini karar sürecine ekleyebilen, kompleks problemleri hiyerarşik bir yapıda ele alarak çözümlemeyi sağlayan birçok kriterli karar verme yöntemidir. Karar verici, öznel ve nesnel düşüncelerini karar verme sürecine yansıtabilir ve bu şekilde kendi karar verme mekanizmalarını tanıma fırsatı bulabilir (Dağdeviren ve Eren, 2013).

AHP'de, hiyerarşi minimum üç seviyede oluşturulur. En üst seviyede amaç belirlenir. Ana ölçütler, varsa alt ölçütlerin altında yer alır. Karar seçenekleri en alt basamakta bulunur. Ölçütlerin doğru bir şekilde tespit edilmesi ve tanımlanması gerekmektedir. Böylece ikili karşılaştırmaların tutarlı olması sağlanır. Ölçütler, ortak özelliklerine göre sınıflandırılmalıdır.

AHP yönteminin aşamaları aşağıdaki Şekil 12'deki gibi özetlenebilir:



Şekil 11. AHP Yönetiminin Aşamaları (Gurung ve Phipon, 2006)

AHP, çok sayıda ölçütün uygulanmasına olanak sağlar ve grup kararlarının alınması için etkili bir yöntemdir. Sonucun esnekliği duyarlılık analizi ile değerlendirilebilir. Hiyerarşinin ve ikili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması subjektif olduğundan, uzmanlık ve deneyim gerektirir. AHP'de, karar vericinin amacına yönelik faktörlerin ve ilk olarak bu faktörlere bağlı alt kriterlerin belirlenmesi gerekmektedir. AHP'de öncelikle hedef belirlenir ve bu hedef doğrultusunda faktörlerin etkisi incelenir. Faktörler ve alt faktörler belirlendikten sonra, onların arasındaki önem derecelerini belirlemek için ikili karşılaştırma karar matrisleri kullanılır (Nydick ve Hill, 1992).

Hiyerarşik yapı düzenlendikten sonra, her kriter için alternatiflerin karşılaştırılması gerekmektedir. Bununla beraber, kriterlerin kendi içlerinde karşılaştırılması için ikili karşılaştırma matrisleri oluşturulur. Bu matrislerin oluşturulmasında tavsiye edilen ölçek Tablo 9'da gösterilmiştir. İkili karşılaştırmalar bu yöntemin en kritik adımıdır. Bu işlem tamamlandıktan sonra, AHP sonuçları tutarlılık analizi ile değerlendirilmiş ve tutarlılık endeksi CI/RI= 0,033 bulunarak, değerlendirmelerin tutarlı yapılmış olduğu gösterilmiştir.

Tablo 9. AHP Önem Skalası (Gurung ve Phipon, 2006)

Önem Değeri	Tanım
1	Eşit Önemde Kriterler
3	Diğerine göre biraz daha önemli kriterler
5	Diğerine göre oldukça daha önemli kriterler
7	Diğerine göre çok daha önemli kriterler
9	Diğerine göre son derece daha önemli kriterler
2,4,6,8	Ara değerler

7.2.3. Verilerin toplanması ve çözümlenmesi

Nitel araştırmalarda üç temel veri toplama tekniği kullanılmaktadır: görüşme, gözlem ve belge inceleme. Çalışmamızda, veriler görüşme tekniği ile elde edilmiştir. Görüşme, araştırmaya katılan kişilerin bir konu ya da olay hakkındaki duygu ve düşüncelerini ortaya çıkarmaya ve anlamaya çalışan bir faaliyettir. Bu yöntem, kişilerin duygularını, düşüncelerini, deneyimlerini ve şikayetlerini anlamak için verimli bir yöntemdir (Akman Dömbekci ve Erişen, 2022).

Görüşme tekniğinde 3 temel çeşit vardır:

1. Yapılandırılmış görüşme
2. Yarı yapılandırılmış görüşme
3. Yapılandırılmamış görüşme

Yapılandırılmış görüşme yöntemi, araştırmacın belli kategorilere göre hazırladığı ve cevapları kapalı uçlu olarak topladığı bir tekniktir. Bu yöntemde her katılımcıya aynı sorular herhangi bir değişiklik yapılmadan sorulmaktadır (Karahan, Uca ve Güdük, 2022).

Veriler toplanırken SCOR Dijital modelinde yer almayan süreç ve uygulamalar kapsam dışında bırakılmıştır. Bu nedenle, veri toplarken yapılandırılmış görüşme yöntemi tercih edilmiştir. Açık uçlu sorular görüşme formuna eklenmemiş, bu sayede veriler kapsama uygun şekilde toplanmıştır.

Görüşmeler gerçekleştirilirken yüz yüze görüşmeler tercih edilmiştir. Ancak zaman ve mesafe nedeniyle yüz yüze görüşmenin mümkün olmadığı durumlarda, çevrimiçi yöntemler kullanılarak veriler toplanmıştır.

Karar verme süreçlerinin çeşitleri, koşulları ve teknikleri her zaman araştırılan konulardır. Karar problemleri, karar vericinin politikası ve karar vermenin amacı, alternatifleri iyiden kötüye sıralamayı, bunları önceden belirlenmiş kategorilere ayırmayı gerektirir. Eğer birden fazla kriter varsa, çok kriterli karar verme yaklaşımına ihtiyaç vardır. Çok kriterli karar verme temel olarak kriterlerin değerlendirilmesine ve tercih yapılarının belirlenmesine odaklanır. Bu duruma karşılık araştırmacılar çok kriterli karar problemlerinde daha doğru kararlar almayı hedefleyen çeşitli yöntemler geliştirmişlerdir. Bu konu üzerinde çalışan insanlar sıklıkla bu yöntemleri karşılaştırarak problemin kapsamına göre en uygun karar verme yöntemini seçmektedir. Bu çalışmada işletmelerin satın alma sorunlarının çözümü için DEMATEL ve AHP yöntemlerinin bütünleşik bir yaklaşımıyla çözümlenmeye çalışılmaktadır.

7.2.4. Evren ve örnekleme

Evren (popülasyon), bir araştırma kapsamında incelenmek istenen tüm bireyler, olaylar veya nesnelerin oluşturduğu topluluktur. Araştırmanın amacı, bu topluluktaki özelliklerin ve davranışların anlaşılmasıdır (Gültekin ve Deste, 2021). Ancak, evrendeki tüm bireyleri incelemek genellikle zaman, maliyet ve pratiklik açısından mümkün olmadığından, örnekleme yöntemi kullanılır.

Örnekleme, evrenin belirli bir bölümünü seçerek bu bölüm üzerinde inceleme yapma sürecidir. Örnekleme yöntemi, araştırma sonuçlarının genel evrene genellenebilmesini sağlar. Örnekleme sürecinde dikkat edilmesi gereken en önemli nokta, seçilen örneklerin evreni temsil edebilmesidir. Temsiliyetin sağlanabilmesi için çeşitli örnekleme yöntemleri kullanılır. Bu yöntemlerin içinde basit rastgele örnekleme, tabakalı örnekleme, sistematik örnekleme ve küme örnekleme gibi teknikler bulunmaktadır.

Örnekleme metodunun doğru kullanılması, araştırmanın geçerliliği ve güvenilirliği bakımından son derece kritik bir öneme sahiptir. Temsili bir örneklem, evren hakkında doğru ve güvenilir veriler elde edilmesine yardımcı olur.

Çalışmanın ilk aşamasında, Tedarik Zinciri Sürdürülebilirlik KPI listesini en çok etkileyen faktörleri belirlemek için bu alanda uzman olan 17 kişi ile görüşüldü. Bu görüşmeler ile toplanan veriler ve performansı en çok etkileyen süreçler belirlendi.

8. UYGULAMA

Çalışmanın uygulama kısmında, uygulamanın detayları ve elde edilen bulgular hakkında bilgiler verilmiştir. Bölüm 7.2'de araştırmanın modeli ve yöntem hakkında bilgi verilmişti. Bu bölümde ise uygulamanın aşamaları detaylı şekilde ele alınmış ve ulaşılan sonuçlar hakkında bilgiler verilmiştir.

8.1. Sürdürülebilirlik Kriterlerinin Belirlenmesi

Literatür araştırması, konferans izleme ve yarı yapılandırılmış mülakatlar sonucunda toplam 12 tane KPI belirlenerek elde edilen bu KPI'lar, DEMATEL ve AHP yöntemleriyle 6'ya indirilecek ve KPI'ların bir firma üzerinde uygulaması yapılacaktır. Bu çalışma kapsamında belirlenen 12 tane KPI ve bunların hangi yöntem ile belirlendiği bilgisine Tablo-10'da yer verilmiştir.

Tablo 10. Sürdürülebilirlik KPI Listesi

Sıra	KPI	Yöntem
c1	Enerji Yoğunluğu	Literatür Araştırması
c2	Şirket Stratejisi	Yarı Yapılandırılmış Mülakat
c3	Geri Dönüştürülen Girdi Oranı	Literatür Araştırması
c4	Maliyet	Konferans İzleme
c5	Atık Yönetimi	Konferans İzleme
c6	CO_2 Emisyonu	Literatür Araştırması
c7	İzlenebilirlik	Yarı Yapılandırılmış Mülakat
c8	Su Kullanımı	Konferans İzleme
c9	Yeşil Teknoloji	Yarı Yapılandırılmış Mülakat
c10	Erişilebilirlik	Yarı Yapılandırılmış Mülakat
c11	Ayak İzi	Yarı Yapılandırılmış Mülakat
c12	Tedarikçi Çevresel Değerlendirmesi	Yarı Yapılandırılmış Mülakat

Sürdürülebilir Tedarik Zinciri KPI'larının 12 adet seçilme sürecinin oluşturulmasında Tedarik Zinciri alanında uzman 17 kişi ile görüşme yapılmış ve araştırmanın sonraki aşamalarında kullanılacak önemli veriler elde edilmiştir. Görüşülen 17 uzman kişi ile ilgili demografik verilere Tablo 11'de yer verilmiştir.

Tablo 11. Mülakat Kümesi

Uzmanlık Alanı	Unvan	Tecrübe	Sayı
Tedarik Zinciri	Başkan Yardımcısı / Genel Müdür	>20 Yıl	2
Satın alma	Direktör / Müdür	10-20 Yıl	5
Lojistik	Direktör / Müdür	10-20 Yıl	4
Tedarik Zinciri	Direktör / Müdür	<10 Yıl	3
Lojistik	Prof/Doç/Dr/Ar. Gör.	<10 Yıl	3

Literatür araştırması sonucunda ve yarı yapılandırılmış mülakat sonunda elde ettiğimiz 12 tane Temel Performans Göstergesi yukarıda listelenmiş olup, bu 12 tane KPI'nın tanımları aşağıda açıklanmaktadır.

8.1.1. Enerji yoğunluğu

Enerji yoğunluğu, bir sistemin/sürecin enerji kullanımıyla elde ettiği iş veya çıktı miktarını belirleyen bir performans göstergesidir (Neusel ve Hirzel, 2022). Bu kritik gösterge, enerji kullanımının etkilediği çeşitli sektörlerde, şirketlerde ve hatta bireysel düzeyde enerji verimliliğini değerlendirmek amacıyla kullanılır.

Enerji yoğunluğu, bir birim enerji tüketimine karşılık gelen üretim, satış, hizmet veya işlem miktarını ifade eder. Örneğin, enerji yoğunluğu bir fabrikanın toplam enerji tüketimini, bir yıl boyunca ürettiği toplam ürün miktarına bölecek şekilde hesaplanabilir. Bu hesaplama, bir birim enerjiyle üretilen çıktı miktarını gösterir ve yüksek enerji yoğunluğu, daha fazla çıktı veya hizmet elde etmek için daha az enerji tüketildiği anlamına gelir.

Enerji yoğunluğunun yüksek olması, enerji verimliliğinin düşük olduğunu ve işletme veya sürecin enerji kullanımında iyileştirmeler yapılması gerektiğini gösterir (Neusel ve Hirzel, 2022). Bu performans göstergesi, yöneticilere ve karar vericilere enerji verimliliğini iyileştirmek için enerji tüketimini izlemeleri ve enerji tasarrufu sağlayacak tedbirler almaları konusunda değerli bilgi sunar.

Enerji yoğunluğunun azaltılması birçok avantajı beraberinde getirir. Öncelikle, enerji maliyetlerinde tasarruf sağlar ve işletme için sürdürülebilir bir maliyet yapısı oluşturur. Bununla beraber, kısıtlı enerji kaynaklarının daha verimli kullanılmasına yardımcı olur ve çevresel etkileri azaltır. Daha düşük enerji yoğunluğu, enerji tüketiminin azaltılmasıyla doğrudan ilişkilidir ve enerji kaynaklarının daha verimli bir şekilde kullanılmasını sağlar.

Enerji yoğunluğu, bir işletmenin enerji kullanımı ve verimliliği konusunda bir gösterge olarak kullanılır ve enerji stratejilerinin belirlenmesi, enerji tasarrufu hedeflerinin saptanması ve enerji performansının izlenmesinde önemli bir rol oynar. Ayrıca, enerji yoğunluğunun karşılaştırılması, sektörler ve farklı işletmeler arasında performans ölçütleri oluşturulmasına yardımcı olur ve rekabet açısından değerli bir bilgi sağlar.

8.1.2. Şirket stratejisi

Bir şirketin stratejisi, uzun vadeli hedeflerini belirleme, rekabet avantajı elde etme ve başarıya ulaşma amacıyla kullanılan bir önemli performans göstergesidir. Şirketin vizyonu, misyonu ve değerlerine uygun olarak belirlenen stratejik hedefler, şirketin faaliyetlerini yönlendiren ve başarıya ulaşmasını sağlayan temel prensipleri içerir.

Şirket stratejisi, şirketin gelecekteki yönünü, hedeflerini, büyüme stratejilerini ve işletme modelini ifade eden kapsamlı bir planı temsil eder (Demirci, 2023). Bu stratejik plan, pazar analizi, rekabet durumu, müşteri beklentileri, sektör trendleri ve iç kaynakların değerlendirilmesi gibi faktörleri dikkate alarak oluşturulur.

Şirket stratejisi, belirli bir süre boyunca rekabette öne geçmek ve bunu sürdürmek için benimsenen temel yaklaşımları, hedef pazarları, hedef müşterileri, ürün ve hizmet portföyünü, iş süreçlerini ve operasyonel faaliyetleri içerir. Bu strateji, şirketin kaynaklarını ve yeteneklerini optimize etme, müşteri memnuniyetini artırma, büyümeyi teşvik etme ve sürdürülebilir rekabet üstünlüğü elde etme amacıyla kullanılır.

Şirket stratejisi, üst yönetim tarafından belirlenir ve tüm şirketin birlikte hareket etmesini sağlayacak bir yol haritası sunar. Bu strateji, organizasyonun her seviyesine yayılır ve her departmanın, takım üyesinin ve çalışanın hedeflere ulaşmada nasıl katkı sağlaması gerektiğini belirler.

Şirket stratejisinin etkin bir şekilde uygulanması, şirketin performansını izlemek için çeşitli KPI'ların kullanılmasını gerektirir. Gelir büyümesi, pazar payı, müşteri memnuniyeti, çalışan verimliliği, maliyet etkinliği gibi performans göstergeleri, stratejinin başarısını değerlendirmek için takip edilir.

Sonuç olarak, şirket stratejisi, şirketin hedeflerini belirleyen, faaliyetlerini yönlendiren ve rekabet avantajı sağlamak için kritik bir performans göstergesi olarak kullanılan bir yaklaşımdır. Stratejik bir plan olarak, şirketin başarıya ulaşmasına yardımcı olmak için tüm çalışanların ortak bir vizyon etrafında birleşmesine ve belirlenen hedeflere odaklanmasına katkı sağlar.

8.1.3. Geri dönüştürülen girdi oranı

Geri Dönüştürülen Girdi Oranı, bir şirketin geri dönüştürülebilir malzeme ve kaynakları verimli bir şekilde kullanma becerisini ölçen bir temel performans göstergesidir. Bu KPI, şirketin çevresel sürdürülebilirlik çalışmalarını değerlendirmek ve atık miktarını azaltmak amacıyla kullanılır.

Geri Dönüştürülen Girdi Oranı, şirketin üretim sürecinde kullanılan hammadde, malzeme ve enerjinin geri dönüştürülebilir kaynaklardan elde edilen miktarının toplam girdi miktarına olan oranını gösterir (Sağlam, Taş ve Akhan Baykan, 2020). Bu oran, geri dönüşüm tesislerine veya diğer geri dönüşüm yöntemlerine gönderilen malzemelerin miktarı ile şirketin toplam girdi miktarı arasındaki ilişki olarak hesaplanır.

Yüksek bir Geri Dönüştürülen Girdi Oranı, şirketin kaynakları optimize etme ve atık miktarını azaltma konusunda başarılı olduğunu gösterir. Bu durum, çevresel etkiyi azaltırken maliyetleri düşürme ve kaynakları verimli bir şekilde kullanma potansiyeli sağlar. Örneğin, geri dönüştürülebilir malzemelerin yeniden kullanılması veya geri kazanılması, doğal kaynakların tükenmesini engeller ve enerji tasarrufu sağlar.

Düşük bir Geri Dönüştürülen Girdi Oranı ise şirketin geri dönüştürülebilir kaynakları tam olarak kullanma potansiyelini değerlendiremediğini veya atık yönetiminde iyileştirmeler yapılması gerektiğini gösterir. Bu durumda, şirketin kaynakları daha etkin bir şekilde kullanarak atık miktarını azaltmaya odaklanması ve geri dönüşüm süreçlerini iyileştirmesi gerekmektedir.

Geri Dönüştürülen Girdi Oranının izlenmesi, şirketin çevresel performansını değerlendirmek, atık miktarını azaltmak ve sürdürülebilirlik hedeflerini gerçekleştirmek için önemli bir araç sağlar. Aynı zamanda, şirket içinde farkındalık yaratır ve geri dönüşüm ve atık azaltma gibi çevresel uygulamaların teşvik edilmesine yardımcı olur. Bu KPI, şirketin çevresel sürdürülebilirlik stratejilerini belirlemek, performansını izlemek ve geliştirmeler yapmak için değerli bir gösterge olarak kullanılır.

8.1.4. Maliyet

Maliyet, bir işletmenin faaliyetlerini yürütebilmek için kullandığı finansal kaynakların miktarını ve bu kaynakların verimli olarak kullanılmasını ölçen bir kritik performans göstergesidir. Maliyet KPI'ı, işletmenin üretim, satış, pazarlama, dağıtım ve diğer iş süreçlerindeki harcamalarını analiz etmek ve denetlemek amacıyla kullanılır.

Maliyet, işletmenin sürdürülebilir bir şekilde faaliyet gösterebilmesi için gereken kaynakların tüketimini ve maliyetleri gösterir. Bu kaynaklar arasında hammadde, işgücü, enerji, ekipman, tesis ve genel işletme giderleri gibi unsurlar yer alabilir (Accorsi, Cholette, Guidani, Manzini ve Ronzoni, 2022). Maliyet KPI'sı, bu kaynakların ne kadarının kullanıldığını, ne kadarının israf edildiğini veya gereksiz harcamalara yol açtığını belirterek işletmenin mali performansını değerlendirmeye yardımcı olur.

Yüksek bir Maliyet KPI'sı, işletmenin faaliyetlerinin maliyetlerinin yüksek olduğunu ve kaynakların verimli olarak kullanılmadığını gösterir. Bu durum, işletmenin karlılığını olumsuz etkileyebilir ve rekabet açısından dezavantajlı bir konuma getirebilir. İşletme, maliyetleri azaltmak, verimliliği artırmak, kaynakları optimize etmek ve israfı minimize etmek için stratejik önlemler alarak Maliyet KPI'sını geliştirmeye çalışmalıdır.

Düşük bir Maliyet KPI'sı ise işletmenin faaliyetlerinde maliyetleri etkili bir şekilde kontrol ettiğini ve kaynakları verimli bir şekilde kullandığını gösterir. Bu durum,

işletmenin maliyet avantajı elde etmesine ve karlılığını artırmasına yardımcı olabilir. İşletme, maliyetleri sürekli olarak takip etmeli, verimliliği artırmak için tedbirler almalı ve iş süreçlerini optimize etmeyi sürdürmelidir.

Maliyet KPI'sı, işletmelerin bütçe yönetimi, kaynak tahsisi, maliyet kontrolü ve kârlılık takibi için hayati bir göstergedir. Aynı zamanda, işletme içinde maliyet farkındalığını artırır, verimlilik iyileştirmelerini teşvik eder ve maliyetleri etkili bir şekilde yönetmek için stratejik kararların alınmasına yardımcı olur. İşletmeler, Maliyet KPI'ını sürekli izleyerek, maliyetlerini optimize ederek ve iş süreçlerini geliştirerek rekabet avantajı elde edebilir ve sürdürülebilir bir finansal performans sergileyebilir.

8.1.5. Atık yönetimi

Atıkların toplanması, taşınması, bertarafı, geri dönüştürülmesi ve izlenmesi sürecine atık yönetimi denilmektedir. Atıkların çevre, sağlık ve estetik üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak için atıkların geri dönüştürülmesine yönelik atık yönetimi yapılmaktadır. Bu alan, endüstriyel, biyolojik, evsel, belediye, organik, biyomedikal ve radyoaktif atıklarla ilgilenir (Tümenbatur, 2022). Dolayısıyla atık yönetimi veya atık bertarafı, atıkları başlangıcından nihai bertarafına kadar yönetmek için gerekli faaliyetleri ve eylemleri içeren bir süreçtir. Bu süreç atıkla ilgili yasaların, teknolojilerin izlenmesi ve düzenlenmesi ile birlikte atıkların toplanması, taşınması, işlenmesi ve bertaraf edilmesini kapsamaktadır.

Atık Yönetimi, işletmelerin üretim sürecinde oluşan atıkları etkili bir şekilde kontrol etme, azaltma, geri dönüşüm veya imha etme sürecidir ve bu sürecin ölçüldüğü bir anahtar performans göstergesidir. Atık Yönetimi KPI'ı, işletmelerin çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak ve atık oluşumunu en aza indirmek amacıyla uyguladıkları stratejileri değerlendirmek için kullanılır.

Atık Yönetimi, işletmelerin faaliyetleri sırasında ortaya çıkan atıkları doğru bir şekilde sınıflandırma, toplama, taşıma, depolama ve işleme süreçlerini içerir. Bu atıklar genellikle endüstriyel süreçlerden, üretim artıklarından, ambalaj malzemelerinden veya diğer iş faaliyetlerinden kaynaklanabilir. Atık Yönetimi KPI'ı, işletmelerin atık yönetimi politikalarının etkinliğini, atık miktarının azaltılmasını, geri dönüşüm oranlarını ve

atıkların uygun bir şekilde bertaraf edilmesini değerlendirerek işletmenin çevresel performansını ölçer.

Yüksek bir Atık Yönetimi KPI'ı, işletmenin atıkları etkili bir şekilde kontrol ettiğini, geri dönüşüm oranlarının yüksek olduğunu ve atık miktarının azaltıldığını gösterir. Bu, çevresel etkileri azaltır, doğal kaynakların korunmasına katkıda bulunur ve atıkların çevreye olan olumsuz etkisini en aza indirir.

Düşük bir Atık Yönetimi KPI'ı ise işletmenin atık yönetimi konusunda iyileştirmeler yapması gerektiğini gösterir. Bu durumda, işletme atık azaltma stratejilerini gözden geçirmeli, geri dönüşüm süreçlerini geliştirmeli, atıkların uygun şekilde bertaraf edilmesini sağlamalı ve çevresel etkileri en aza indirmek için önlemler almalıdır.

Atık yönetimi, tehlikesiz atıkların minimize edilmesi, kaynağında toplanması, depolanması, ihtiyaç halinde atık transfer merkezlerinin kurulması, taşınması, geri kazanılması, atıkların uzaklaştırılması, geri kazanım ve bertaraf tesislerinin işletilmesi, kapatılması, kapatma sonrası bakım, izleme ve kontrol süreçlerini içeren bir yönetim türüdür (Öktem, 2019).

Atık Yönetimi KPI'ı, işletmelerin çevresel performanslarını değerlendirmek, çevresel düzenlemelere uyum sağlamak, kaynakları daha verimli bir şekilde kullanmak ve aynı zamanda sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşabilmek için çok kritik bir araçtır. Aynı zamanda, işletmeler içinde atık farkındalığını artırır, yenilikçi atık yönetimi uygulamalarını teşvik eder ve çevresel sorumluluk bilincini güçlendirir.

8.1.6. CO_2 emisyonu

CO_2 Emisyonu, bir kuruluşun veya bir işlemin atmosfere salınan karbondioksit (CO_2) gazının miktarını ölçen bir performans göstergesi olan KPI'dır. Bu KPI, çevresel sürdürülebilirlik ve karbon ayak izi azaltımı gibi stratejik hedeflere ulaşmada önemli bir göstergedir.

Küresel ısınma ve iklim değişiklikleri son zamanlarda tüm ulusları yakından ilgilendiren önemli bir sorun haline geldi. Bu konu hakkında yapılan tartışmalarda, küresel ısınmaya neden olan gazların en önde gelenlerinden sera gazlarının etkilerinin azaltılmasına

öncelik verilmiştir. Sera gazları metan, karbondioksit, nitroksit ve su buharı gazlarından oluşmaktadır (Aydın, 2013). Bu gazlar içinde sera etkisini en fazla arttıran gaz olarak CO_2 öne çıkmaktadır. CO_2 gaz salınımı, ağırlıklı olarak yaygın kullanılan fosil yakıtlardan (kömür, petrol ve doğal gaz) kaynaklanmaktadır.

CO_2, fosil yakıtların yanması, ulaşım ve nakliye, endüstriyel faaliyetler ve enerji üretimi gibi insan kaynaklı etkinlikler sonucunda atmosfere salınan bir sera gazıdır. Bu gaz, sera etkisi adı verilen bir fenomeni tetikleyerek atmosferde ısıyı hapseder ve dünya yüzeyinin ısınmasına yol açar. İklim değişikliği, küresel sıcaklıkların artması, deniz seviyesinin yükselmesi ve ekosistem bozulması gibi olumsuz etkilere sahip olan bu durum, çevresel sürdürülebilirlik çabalarıyla mücadele etmeyi gerektirmektedir (Moshood, Nawanir, Mahmud, Sorooshian ve Adeleke, 2021).

CO_2 Emisyonu KPI'ı, bir kuruluşun faaliyetlerinden kaynaklanan CO_2 salınımını ölçmek ve yönetmek için kullanılır. Bu KPI, kuruluşun çevresel performansını değerlendirmesine, stratejik kararlar almasına ve çevresel etkisini azaltmak için hedefler belirlemesine yardımcı olur.

CO_2 Emisyonu KPI'ı genellikle bir kuruluşun veya belirli bir sürecin CO_2 salınımını ton veya karbondioksit eşdeğeri (CO_2e) birimlerinde ölçer. Bu ölçüm, kuruluşun enerji kullanımı, üretim süreçleri, malzeme tüketimi, ulaşım faaliyetleri ve atık yönetimi gibi çeşitli alanları içerir.

Bu KPI'nın etkili bir şekilde yönetilmesi, kuruluşun çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmasına katkıda bulunur. CO_2 Emisyonunu azaltmak için alınabilecek önlemler arasında enerjinin verimli kullanımını artırmak, yenilenebilir enerji kullanımını cazip hale getirmek, atık yönetimini iyileştirmek, sera gazı salınımını kontrol etmek için teknoloji kullanmak ve tedarik zincirinde sürdürülebilirlik standartlarını benimsemek yer almaktadır. CO_2 Emisyonu KPI'ı, hem çevresel performansı izlemek hem de kuruluşun toplumsal ve ekonomik sorumluluğunu yerine getirmesine yardımcı olmak için değerli bir araçtır.

8.1.7. İzlenebilirlik

Genel performans göstergesi (KPI), bir organizasyonun veya bir sürecin performansını değerlendirmek ve ölçmek için kullanılan bir temel ölçüttür. İzlenebilirlik, bir faaliyetin veya sürecin etkili bir şekilde takip edilebilme ve kontrol edilebilme yeteneğini ifade eder.

Bu KPI, organizasyonların hedeflere ulaşma konusundaki etkinlik düzeyini belirlemek için bir yönetim aracı olarak kullanılır. Veri ve metriklerin doğruluğunu ve güvenilirliğini değerlendirerek, bir organizasyonun faaliyetlerini ve performansını ölçmek için kullanılan verilerin kalitesini belirler.

İzlenebilirlik KPI'ı, organizasyonun süreçlerini ve performansını izlemek için kullanılan sistemlerin etkinliğini ve kalitesini değerlendirir (Eker, 2006). İzlenebilirlik, organizasyonun hedeflerine ne kadar etkin bir şekilde ulaştığını gösterir ve ilerlemenin izlenebilmesi ve gerektiğinde düzeltici önlemler alınabilmesi için çok önemlidir.

Bu KPI, organizasyonun faaliyetlerinin ölçülebilir ve izlenebilir olmasını sağlar. Veri analizi, raporlama ve performans yönetimi araçlarının kullanımını içerir. Organizasyon, hedeflere ulaşma sürecinde izlenebilirlik KPI'ı aracılığıyla performansını ölçebilir, ilerlemeyi gözlemleyebilir ve gerektiğinde düzeltici faaliyetleri devreye alabilir.

İzlenebilirlik KPI'ı, organizasyonun verimlilik, etkinlik ve performans açısından konumunu belirlemek için önemli bir gösterge niteliği taşır. Ayrıca, süreçleri optimize etme, kaynakları verimli bir şekilde kullanma ve sürekli iyileştirme fırsatları sunar.

Sonuç olarak, izlenebilirlik KPI'ı, bir organizasyonun veya sürecin performansını izlemek, değerlendirmek ve geliştirmek için kullanılan bir göstergedir. Bu KPI, organizasyonun hedeflere ulaşma sürecini daha etkin bir şekilde yönetmeye yardımcı olur ve verimlilik, etkinlik ve sürekli iyileştirme için önemli bir ölçüt sağlar.

8.1.8. Su kullanımı

Su Kullanımı, bir organizasyon veya sürecin su kaynaklarını ne ölçüde tükettiğini ve yönettiğini ölçen bir KPI'dır. Bu KPI, suyun etkili ve sürdürülebilir bir şekilde kullanımını değerlendirmek için kritik bir öneme sahiptir.

Su, endüstriyel faaliyetler, tarım, enerji üretimi, hane halkı kullanımı ve diğer süreçler için çok kritik bir öneme sahiptir. Su Kullanımı KPI'ı, organizasyonun etkinliklerinden kaynaklanan su tüketimini ölçer ve yönetir. Bu KPI, su kaynaklarının sürdürülebilirliği, suyun verimli kullanımı ve suyun israfının engellenmesi gibi stratejik hedeflere ulaşmak için önemli bir gösterge olarak hizmet verir.

Su Kullanımı KPI'ı, organizasyonun su kullanımını ölçmek, izlemek ve analiz etmek için çeşitli ölçütler ve veriler kullanır. Bu ölçütler arasında su tüketim miktarı, suyun kaynaklardan temini, geri dönüşüm oranları, suyun geri kazanılması ve su tasarrufu önlemleri gibi faktörler yer alır.

Bu KPI'nın etkili yönetimi, organizasyonun sürdürülebilirlik hedeflerine katkıda bulunur. Su kullanımını azaltmak için alınabilecek önlemler arasında su verimliliğini artırmak, atık suyun geri kazanımı, su tasarrufu önlemlerinin uygulanması ve su kaynaklarının korunmasına yönelik stratejiler benimsemek yer alır.

Sonuç olarak, Su Kullanımı KPI'ı, bir organizasyonun veya sürecin su tüketimini ölçmek ve yönetmek için kullanılan bir göstergedir. Bu KPI, suyun etkili ve sürdürülebilir bir şekilde kullanımını teşvik etmeyi, su kaynaklarını korumayı ve stratejik hedeflere ulaşmak için su yönetimine odaklanmayı amaçlar.

8.1.9. Yeşil teknoloji

Tedarik zinciri yönetimi, işletmenin hammaddeyi temin etmesinden müşteriye ulaşmasına kadar ve hatta müşteriden geri dönüşünü de içeren süreçlerin yönetilmesi ve planlanmasını kapsamaktadır. Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi ise bu süreçlerin her birinde yer alan operasyonel faaliyetlerin sürdürülebilirlik temelli olarak yürütülmesidir (Korkmaz, 2015).

Yeşil Teknoloji KPI'ı, bir organizasyonun veya bir sektörün çevresel etkilerini azaltmak, kaynak verimliliğini artırmak ve sürdürülebilirliği desteklemek için kullanılan bir performans göstergesidir. Bu gösterge, çevresel dostu teknolojik çözümler ve uygulamaları içeren yeşil teknolojinin kullanımını ölçer ve değerlendirir.

Bu KPI, organizasyonun yeşil teknolojiye olan yatırımlarını, yeşil çözümleri benimsemeyi ve çevresel etkilerini azaltma performansını ölçmeyi sağlar. Yeşil teknoloji, temiz enerji üretimi, enerji verimliliği, atık yönetimi, su tasarrufu, çevre dostu üretim ve geri dönüşüm süreçlerini kapsayan çeşitli alanlarda kullanılabilir.

Yeşil Teknoloji KPI'ı, organizasyonun çevresel sürdürülebilirlik amaçlarına ulaşabilmek için kritik bir öneme sahiptir. Bu gösterge, şirketin enerji sarfiyatı, su sarfiyatı, sera gazı emisyonları ve atık yönetimi gibi çevresel faktörleri etkin bir şekilde izleyip kontrol etmesini sağlar. Aynı zamanda, yeşil teknolojilerin benimsenmesiyle elde edilen faydaları değerlendirir ve ilerlemeler kaydedildiğinde düzeltici önlemler almaya imkan verir.

Yeşil Teknoloji KPI'ı, organizasyonun rekabetçiliğini artırmak, maliyetleri düşürmek ve çevresel sürdürülebilirliği desteklemek için önemlidir. Yeşil teknoloji kullanımı, enerji ve kaynak verimliliğini artırarak işletme süreçlerinin optimize edilmesini sağlar. Ayrıca, çevreye olan olumsuz etkilerin azaltılmasına katkıda bulunur ve çevre dostu bir imaj oluşturmayı destekler.

Sonuç olarak, Yeşil Teknoloji KPI'ı, organizasyonların çevresel sürdürülebilirliği desteklemek ve çevresel etkilerini azaltmak için kullandığı bir performans göstergesidir. Bu gösterge, yeşil teknolojinin kullanımını ölçerek ve ilerlemeyi takip ederek çevreyle ilgili hedeflere ulaşmaya destek olur. Bununla beraber, organizasyonun rekabet avantajı elde etmesine, maliyetleri düşürmesine ve çevreye duyarlı bir yaklaşım benimsemesine yardımcı olur.

8.1.10. Erişebilirlik

Erişilebilirlik KPI'ı, bir organizasyonun ürün veya hizmetlerinin engelli bireylerin, yaşlıların veya diğer kısıtlamaları olan bireylerin kullanımına uygunluğunu değerlendiren bir performans göstergesidir. Bu gösterge, bir ürünün veya hizmetin herkes tarafından erişilebilir, kullanılabilir ve anlaşılabilir olup olmadığını belirler.

Bu KPI, organizasyonun engelli kullanıcılar için uygunluğunu ve kullanılabilirliğini ölçer. Engelli bireylerin, yaşlıların veya diğer kısıtlamaları olan bireylerin ihtiyaçlarına uygun şekilde tasarlanmış ürünler ve hizmetler, bu göstergenin başarıyla karşılanmasını sağlar (Yerlikaya ve Onay Durdu, 2020). Erişilebilirlik, organizasyonun toplumsal

sorumluluğunu yerine getirmesi ve herkesin eşit bir şekilde faydalanabilmesini sağlaması açısından büyük önem taşır.

Erişilebilirlik KPI'ı, organizasyonun ürünlerini veya hizmetlerini engelli kullanıcılar için test etmek, değerlendirmek ve iyileştirmek için farklı göstergeler ve yöntemler kullanır. Bu metrikler arasında kullanılabilirlik testleri, erişilebilirlik standartlarına uygunluk, kullanıcı geri bildirimleri ve erişilebilirlik denetimleri gibi faktörler yer alır.

Bu göstergenin yönetimi, organizasyonun toplumsal çeşitlilik ve kapsayıcılık hedeflerine ulaşmasına yardımcı olur. Erişilebilirlik, organizasyonun ürün ve hizmetlerinin geniş bir tüketici portföyüne hitap etmesine olanak verir. Engelli insanların ihtiyaçlarını karşılayan ürünler ve hizmetler, müşteri memnuniyetini artırır, pazar payını artırır ve rekabet avantajı sağlar.

Erişilebilirlik KPI'ı, organizasyonun engelli kullanıcılarla etkileşimini ve erişimini iyileştirirken aynı zamanda işletme performansını artırmak için önemlidir. Engelli kullanıcıların yaşam kalitesini iyileştirmek, sosyal dışlanmayı azaltmak ve eşitlik sağlamak amacıyla erişilebilir ürün ve hizmetlere odaklanmak, organizasyonun topluma olan katkısını güçlendirir.

8.1.11. Ayak izi

Ayak izi, bir birey veya organizasyonun faaliyetlerinden kaynaklanan çevresel etkileri ölçen ve değerlendiren bir performans göstergesidir. Bu çevresel KPI, enerji tüketimi, atık oluşumu, sera gazı salımları, su kullanımı ve doğal kaynakların kullanımı gibi birçok şeyi içerir.

Bu gösterge, organizasyonların veya bireylerin çevresel sürdürülebilirlik performansını değerlendirmek ve izlemek için önemlidir. Ayak izi, faaliyetlerin çevresel etkilerini gözlemlemek ve kaynak kullanımının etkinliğini değerlendirmek amacıyla kullanılan bir ölçüttür. Aynı zamanda, çevresel etkileri azaltma stratejilerinin ve önlemlerinin etkinliğini değerlendirmek için kullanılır.

Ayak izi KPI'ı, organizasyonların veya bireylerin çevresel sorumluluğunu anlamalarına ve çevre dostu faaliyetlerin teşvik edilmelerine olanak sağlar. Bu gösterge, enerji ve

kaynak verimliliğini artırmaya yönelik çabalara destek verir, atık yönetimi süreçlerini iyileştirir ve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmaya yardımcı olur.

Organizasyonlar ve bireyler için Ayak izi KPI'ı, çevresel etkileri ölçmek ve karar verme süreçlerinde çevresel faktörlerin değerlendirilmeye alınması için bir araç sağlar. Bu gösterge, çevresel performansın görselleştirilmesine ve organizasyonun veya bireyin çevresel performansının sürekli olarak izlenmesine yardımcı olur (Şişman, 2015). Ayrıca, sürdürülebilirlik raporlaması ve çevresel hedeflerin belirlenmesi gibi süreçlerde önemli bir ölçüt olarak kullanılır.

Özetlemek gerekirse, Ayak izi KPI'ı, bir organizasyonun veya bireyin faaliyetlerinin çevresel etkilerini ölçmek ve değerlendirmek için kullanılan bir performans göstergesidir. Bu gösterge, enerji kullanımı, su tüketimi, atık oluşumu, sera gazı salımları ve doğal kaynakların kullanımı gibi çeşitli çevresel faktörleri içermektedir. Ayak izi KPI'ı, çevresel sürdürülebilirlik performansını izlemek, çevresel etkileri azaltma stratejilerini değerlendirmek ve organizasyonun veya bireyin çevresel sorumluluğunu vurgulamak için önemli bir araçtır.

8.1.12. Tedarikçi çevresel değerlendirilmesi

Tedarikçi Çevresel Değerlendirme, bir organizasyonun tedarikçilerinin çevresel performansını ölçmek, değerlendirmek ve sürekli takip etmek amacıyla kullanılan bir anahtar performans göstergesidir. Bu KPI, tedarik zinciri içindeki tedarikçilerin çevresel etkilerini belirlemek ve sürdürülebilirlik hedeflerine ne ölçüde uyduklarını değerlendirmek için kullanılır.

Tedarikçi Çevresel Değerlendirme, çeşitli faktörler ve ölçütler kullanarak tedarikçilerin çevresel performansını analiz eder. Bu faktörler arasında atık yönetimi, su tüketimi, enerji verimliliği, karbon emisyonları, sürdürülebilir malzeme kullanımı ve çevre uyumluluğu gibi unsurlar yer alabilir. Bu değerlendirme süreci, organizasyonun tedarik zinciri içindeki tedarikçilerin çevresel sürdürülebilirlik standartlarını karşılamasını sağlar.

Tedarikçi Çevresel Değerlendirme, organizasyonun çevresel performansını artırmak, tedarik zincirindeki çevresel riskleri azaltmak ve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için önemlidir. Bu gösterge, organizasyonun tedarikçi seçiminde ve süreçlerinde çevresel

faktörleri göz önünde bulundurmasını sağlar. Ayrıca, çevre dostu tedarikçilerle iş birliği yaparak çevresel etkileri azaltma konusunda ilerleme kaydederek tedarik zincirinde çevresel sürdürülebilirliği teşvik eder.

8.2. Kriter ağırlıklarının DEMATEL yoluyla belirlenmesi

Çalışmanın ikinci aşamasında belirlenen KPI'ların, DEMATEL yöntemi ile kriter ağırlıkları belirlenmiştir.

Kriterler belirlendikten sonra uzman grup, kriterler arasındaki ilişkiyi belirlemek için karşılaştırma tablosu oluşturmuştur. Değerlendirmeler 0-3 veya 0-4 aralığında yapılabilir. 0-4 aralığındaki değerlendirmenin skalası Tablo 12'de verilmiştir.

Uzmanlardan toplanan ikili karşılaştırma ölçeğindeki verilerin aritmetik ortalamaları alınarak, köşegen değerleri "0" olan asimetrik bir matris elde edilmektedir.

Adım1: Bu elde ettiğimiz matrise "Direkt İlişki Matrisi (X)" adı verilmektedir.

Tablo 12. Oluşturulan Direkt İlişki Matrisi

	Maliyet	Şirket Stratejisi	Geri Dönüştürülen Girdi Oranı	Enerji Yoğunluğu	Atık Yönetimi	CO_2 Emisyonu	İzlenebilinirlik	Su Kullanımı	Yeşil Teknoloji	Erişebilinirlik	Ayak İzi	Tedarikçi Çevresel Değerlendirilmesi	
	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8	c9	c10	c11	c12	toplam
c1	0	3	3	3	2	2	2	2	1	1	1	2	22
c2	1	0	1	2	3	2	4	2	1	2	1	1	20
c3	2	1	0	2	2	3	2	3	1	2	3	2	23
c4	1	2	3	0	2	3	2	4	1	2	1	1	22
c5	1	4	3	3	0	3	4	3	2	1	1	3	28
c6	2	3	3	2	2	0	4	4	2	3	3	2	30
c7	1	3	1	1	2	3	0	1	2	2	1	2	19
c8	3	2	3	2	2	3	1	0	1	1	1	1	20
c9	2	1	3	3	3	2	1	3	0	1	1	2	22
c10	3	3	2	2	2	2	2	2	1	0	2	2	23
c11	2	2	1	2	1	2	1	2	1	2	0	2	18
c12	1	2	3	3	2	2	3	2	1	2	1	0	22
toplam	19	26	26	25	23	27	26	28	14	19	16	20	
k=	30												

Uygulamanın 1. Adımında kullanılan "direkt ilişki matrisi" veya "karar matrisi" tablosunda görüldüğü gibi, faktörlerin birbirlerini nasıl etkilediği görülmüştür. Bu bağlamda örneğin Maliyet faktörü toplamda 19 etkiye sahipken, 'Şirket Stratejisi' faktörü toplamda 26 etkiye sahiptir. İşletmelerin sera gazı emisyonlarını ifade eden CO_2 faktör etkisi toplam 27 iken işletmenin üretim sürecinden kaynaklanan atıkları nasıl ele aldığını

ve işlediğini ifade eden faktör olan ‘Atık Yönetimi’ etkisi 23 olarak bulunmuştur. Karşılaştırma olarak CO_2’nin artışı ‘İzlenebilirlik’ faktörünü yüksek etkiyle etkilerken, ‘Ayak İzi’’nin ‘Geri Dönüştürülen Girdi Oranı’na etkisi düşük görülmüştür.

Adım 2: Normalleştirilmiş direkt-ilişki matriksinin belirlenmesi

Tablo 13. Normalize Edilmiş İlişki Matrisi

	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8	c9	c10	c11	c12
c1	0,0000	0,1000	0,1000	0,1000	0,0667	0,0667	0,0667	0,0667	0,0333	0,0333	0,0333	0,0667
c2	0,0333	0,0000	0,0333	0,0667	0,1000	0,0667	0,1333	0,0667	0,0333	0,0667	0,0333	0,0333
c3	0,0667	0,0333	0,0000	0,0667	0,0667	0,1000	0,0667	0,1000	0,0333	0,0667	0,1000	0,0667
c4	0,0333	0,0667	0,1000	0,0000	0,0667	0,1000	0,0667	0,1333	0,0333	0,0667	0,0333	0,0333
c5	0,0333	0,1333	0,1000	0,1000	0,0000	0,1000	0,1333	0,1000	0,0667	0,0333	0,0333	0,1000
c6	0,0667	0,1000	0,1000	0,0667	0,0667	0,0000	0,1333	0,1333	0,0667	0,1000	0,1000	0,0667
c7	0,0333	0,1000	0,0333	0,0333	0,0667	0,1000	0,0000	0,0333	0,0667	0,0667	0,0333	0,0667
c8	0,1000	0,0667	0,1000	0,0667	0,0667	0,1000	0,0333	0,0000	0,0333	0,0333	0,0333	0,0333
c9	0,0667	0,0333	0,1000	0,1000	0,1000	0,0667	0,0333	0,1000	0,0000	0,0333	0,0333	0,0667
c10	0,1000	0,1000	0,0667	0,0667	0,0667	0,0667	0,0667	0,0667	0,0333	0,0000	0,0667	0,0667
c11	0,0667	0,0667	0,0333	0,0667	0,0333	0,0667	0,0333	0,0667	0,0333	0,0667	0,0000	0,0667
c12	0,0333	0,0667	0,1000	0,1000	0,0667	0,0667	0,1000	0,0667	0,0333	0,0667	0,0333	0,0000

Normalleştirme aşamasında, elde edilen ilişki değerlerini belirli bir aralığa veya ölçekte ifade etmeyi sağlamıştır, böylece farklı faktörler arasındaki ilişkileri karşılaştırmak daha kolay hale gelmiştir. Bu aşamada 0 ile 1 arasında bir ölçekte yapılmıştır, böylece ilişki değerleri daha anlaşılır hale gelmiştir.

Doğrudan ilişki matrisindeki değerler formül kullanılarak normalleştirilmiştir (Tablo 13). Bu formül ilgili hücredeki değerin, faktörler arasındaki ilişkilerin standartlaştırılmış bir şekilde temsil edilmesini sağlamıştır, bu da analizin daha tutarlı ve anlaşılır olmasına yardımcı olmuştur.

Adım 3: Toplam ilişki matriksinin elde edilmesi

Normalleştirilmiş ilişki matrisinin oluşturulmasından sonra her sütunun ve her satırın toplamı hesaplanmıştır. Bu, her faktörün diğer faktörlerle olan toplam etkisini belirler. Bu adımda, sütun ve satır toplamları ağırlıklandırılmıştır. Birim matrisini oluşturulması ve normalleştirilmesinden toplamın yüzde kaçının her faktörün diğer faktörlere olan

etkisini temsil ettiği hesaplanabilir. Birim matrisi ve normalize edilmiş birim matrisi Tablo 14 ve Tablo 15'te gösterilmiştir.

Tablo 14. Birim Matrisi

	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8	c9	c10	c11	c12
c1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
c2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
c3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
c4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
c5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
c6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
c7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
c8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
c9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
c10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
c11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
c12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Tablo 15. Normalize İlişki Birim Matris

	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8	c9	c10	c11	c12
c1	1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,066666667	-0,06667	-0,0666667	-0,0666667	-0,03333	-0,03333333	-0,03333	-0,066666667
c2	-0,033333333	1	-0,033333	-0,06667	-0,1	-0,06667	-0,1333333	-0,0666667	-0,03333	-0,06666667	-0,03333	-0,033333333
c3	-0,066666667	-0,033333333	1	-0,06667	-0,066666667	-0,1	-0,0666667	-0,1	-0,03333	-0,06666667	-0,1	-0,066666667
c4	-0,033333333	-0,066666667	-0,1	1	-0,066666667	-0,1	-0,0666667	-0,1333333	-0,03333	-0,06666667	-0,03333	-0,033333333
c5	-0,033333333	-0,133333333	-0,1	-0,1	1	-0,1	-0,1333333	-0,1	-0,06667	-0,03333333	-0,03333	-0,1
c6	-0,066666667	-0,1	-0,1	-0,06667	-0,066666667	1	-0,1333333	-0,1333333	-0,06667	-0,1	-0,1	-0,066666667
c7	-0,033333333	-0,1	-0,033333	-0,03333	-0,066666667	-0,1	1	-0,0333333	-0,06667	-0,06666667	-0,03333	-0,066666667
c8	-0,1	-0,066666667	-0,1	-0,06667	-0,066666667	-0,1	-0,0333333	1	-0,03333	-0,03333333	-0,03333	-0,033333333
c9	-0,066666667	-0,033333333	-0,1	-0,1	-0,1	-0,06667	-0,0333333	-0,1	1	-0,03333333	-0,03333	-0,066666667
c10	-0,1	-0,1	-0,066667	-0,06667	-0,066666667	-0,06667	-0,0666667	-0,0666667	-0,03333	1	-0,06667	-0,066666667
c11	-0,066666667	-0,066666667	-0,033333	-0,06667	-0,033333333	-0,06667	-0,0333333	-0,0666667	-0,03333	-0,06666667	1	-0,066666667
c12	-0,033333333	-0,066666667	-0,1	-0,1	-0,066666667	-0,06667	-0,1	-0,0666667	-0,03333	-0,06666667	-0,03333	1

Son olarak, elde edilen ağırlıklandırılmış toplamlar bir matris formatında sunulur. Bu, toplam ilişki matrisinin tamamlanmış versiyonunu oluşturmuştur ve faktörler arasındaki etkileşimleri ve öncelikleri daha net bir şekilde göstermektedir (Tablo 16).

Tablo 16. Toplam İlişki Matrisi

	c1	c2	c3	c4	c5	c6	c7	c8	c9	c10	c11	c12
c1	1,1569814	0,30902088	0,306574203	0,294025908	0,256051247	0,292012614	0,288117527	0,296989556	0,154435613	0,19781875	0,172461774	0,226833128
c2	0,177139618	1,205364575	0,228047415	0,245873105	0,269082929	0,273820595	0,328702605	0,274124371	0,147736143	0,213192692	0,158875581	0,186254671
c3	0,231317108	0,26192964	1,224664088	0,273521465	0,260625112	0,329491102	0,292595591	0,334881022	0,160045993	0,234376558	0,23940003	0,23586628
c4	0,197306509	0,282519889	0,309470336	1,202438266	0,256813201	0,324041002	0,287220092	0,357627666	0,156320824	0,228491104	0,176560808	0,199061559
c5	0,228757518	0,391759149	0,358184984	0,342414598	1,243023556	0,378240545	0,40289798	0,382221263	0,216504504	0,240084024	0,206464923	0,296924488
c6	0,274399112	0,377772771	0,369943027	0,32632413	0,315169069	1,300099405	0,409552404	0,422222266	0,222735675	0,30704823	0,275068327	0,279650624
c7	0,172609375	0,286708834	0,22219826	0,212800468	0,235158136	0,291712419	1,202861667	0,239320862	0,172289072	0,209212281	0,156395569	0,209962062
c8	0,241141717	0,266257406	0,294421889	0,252366814	0,242144606	0,304818409	0,243218654	1,220492055	0,146482394	0,18612821	0,165657463	0,187642919
c9	0,224723079	0,253201508	0,315635105	0,2999698	0,28727368	0,296390612	0,258245504	0,332864822	1,123779521	0,197445631	0,174733949	0,230992132
c10	0,256343331	0,319217585	0,283656654	0,272804179	0,262050157	0,297798975	0,294982116	0,302013704	0,158447143	1,169781407	0,206120092	0,233814846
c11	0,194880674	0,242505614	0,210541999	0,230034318	0,191302001	0,24888406	0,216382886	0,25427817	0,131853039	0,198072522	1,114445158	0,197694826
c12	0,191194891	0,280631535	0,305675243	0,292329209	0,255178564	0,292752557	0,315649516	0,296058951	0,155328252	0,228068195	0,173436096	1,165292163

Adım 4: D ve R değerlerinin belirlenmesi

Bu değerlerin analizi, faktörler arasındaki etkileşimleri anlamak ve öncelikler belirlemek için önemlidir. Örneğin, daha yüksek D değerleri olan faktörler, diğer faktörleri daha fazla etkiler. Benzer şekilde, daha yüksek R değerleri, faktörlerin diğer faktörleri daha fazla dolaylı olarak etkilediğini gösterir. Bu bilgiler, stratejik karar alımında ve kaynak tahsisinde yardımcı olabilir.

Uygulamanın bu aşamasında doğrudan ilişki (D) hesaplanmıştır. Bir faktörün başka bir faktör üzerindeki etkisi gösterilmiştir. Toplam ilişkiyi ifade eden (R) bir faktörün diğer faktörlere dolaylı etkisiyle ilgilenmiştir. Yani, bir faktörün diğer bir faktör üzerindeki dolaylı etkileri gösterilmiştir. Bu terimler, DEMATEL analizinde faktörler arasındaki ilişkileri ve etkileşimleri belirlemek için kullanılır. D ve R değerleri, analiz sonuçlarını yorumlamak ve faktörlerin öncelik sırasını belirlemek için önemlidir. D ve R değerlerinin hesaplanması, faktörler arasındaki etkileşimleri tespit etmek ve buna göre kararlar almaya yardımcı olur.

Tablo 17. D ve R değerlerinin belirlenmesi

	D	R	D+R	D-R	w	W		
c1	2,9513	2,5468	5,50	0,405	5,512978588	0,07599		Enerji Yogunlugu
c2	2,7082	3,4769	6,19	-0,769	6,232685537	0,08591	5	Şirket Stratejisi
c3	3,0787	3,4290	6,51	-0,350	6,517148359	0,08983	4	Geri Dönüştürülen girdi oranı
c4	2,9779	3,2449	6,22	-0,267	6,228500285	0,08585	6	Enerji Yoğunluğu
c5	3,6875	3,0739	6,76	0,614	6,789135615	0,09358	2	Atık Yönetimi
c6	3,8800	3,6301	7,51	0,250	7,514204705	0,10357	1	CO2 emisyonu
c7	2,6112	3,5404	6,15	-0,929	6,221436654	0,08575		İzlenebilinirlik
c8	2,7508	3,7131	6,46	-0,962	6,535108545	0,09007	3	Su Kullanımı
c9	2,9953	1,9460	4,94	1,049	5,051397387	0,06962		Yeşil Teknoloji
c10	3,0570	2,6097	5,67	0,447	5,68437683	0,07835		Erişebilinirlik
c11	2,4309	2,2196	4,65	0,211	4,655290858	0,06416		Ayak İzi
c12	2,9516	2,6500	5,60	0,302	5,609698648	0,07732		Tedarikci Cevresel Degerlendirilmesi
					72,55196201	1,0000		

Tablo 17'de görüldüğü gibi D değeri, her faktörün diğer faktörlere doğrudan etkisini gösterir. D değeri pozitif ise, faktör diğer faktörleri pozitif yönde etkiler. Negatif ise, faktör diğer faktörleri negatif yönde etkiler. R değeri, her faktörün diğer faktörlere dolaylı etkisini gösterir. R değeri pozitif ise, faktör diğer faktörleri pozitif yönde dolaylı olarak etkiler. Negatif ise, faktör diğer faktörleri negatif yönde dolaylı olarak etkiler. D+R, faktörlerin toplam etkisini gösterirken, D-R, faktörler arasındaki etkileşimin yönünü belirler. W değeri, her faktörün toplam ağırlığını gösterir. Bu, faktörlerin toplam önemini ifade eder. W değeri, her faktörün normalleştirilmiş ağırlığını gösterir. Bu, faktörlerin normalleştirilmiş toplam önemini ifade eder.

Adım 5: D+R; D-R ve faktörlerin önem derecelerinin hesaplanması

Bu değer, her faktörün toplam etkisini gösterir. Yani, bir faktörün diğer faktörler üzerindeki doğrudan etkisi (D) ile dolaylı etkisi (R) toplanarak hesaplanır. D+R değeri, faktörlerin diğer faktörleri toplamda ne kadar etkilediğini gösterilmiştir. D-R (Fark): Bu değer, faktörler arasındaki etkileşimin yönünü belirler. Pozitif bir D-R değeri, faktörün diğer faktörleri daha fazla etkilediğini ve genel etkinin pozitif olduğunu gösterir. Negatif bir D-R değeri ise, faktörün diğer faktörleri daha az etkilediğini ve genel etkinin negatif olduğunu ifade eder.

Faktörlerin önem dereceleri ise genellikle D+R ve D-R değerlerinin karşılaştırılmasıyla belirlenir. D+R değeri ne kadar yüksek olursa, faktörün önemi o kadar yüksek kabul edilir çünkü faktör, diğer faktörleri hem doğrudan hem de dolaylı olarak etkilemektedir. Ancak, D-R değeri de dikkate alınmalıdır çünkü pozitif bir D+R değeriyle birlikte negatif bir D-R değeri, faktörün genel etkisinin pozitif olduğunu ancak diğer faktörleri daha az etkilediğini gösterilmiştir. Özetle, D+R ve D-R değerleri faktörlerin önem derecelerini belirlemek için kullanılmış ve bu değerlerin analizi, faktörlerin etkileşimlerini ve genel etkisini anlamak için önemlidir.

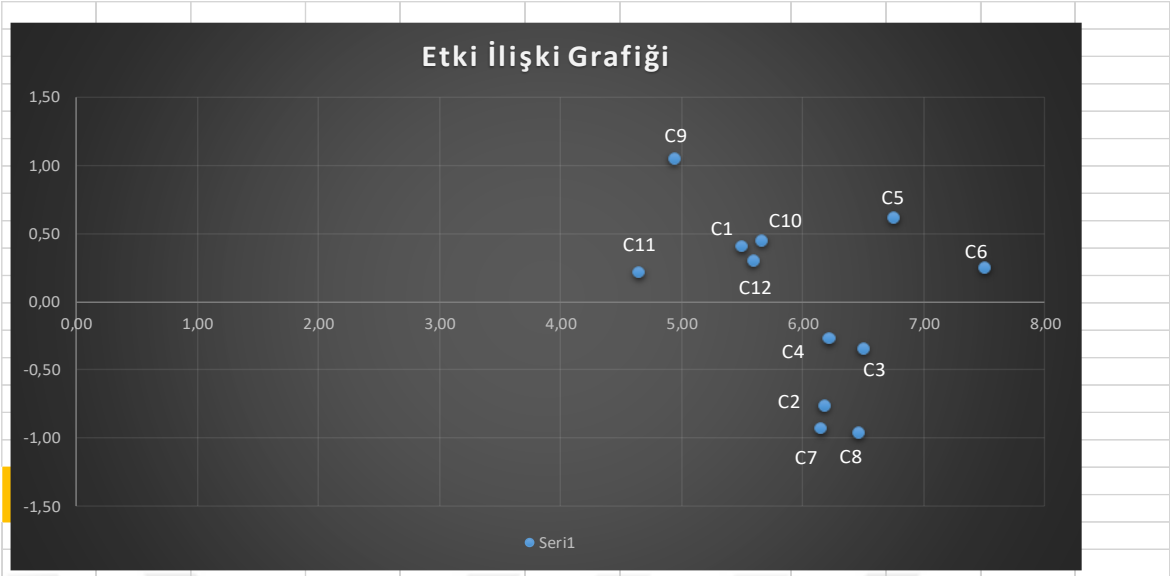
Adım 6: Etki ilişki haritasının oluşturulması

Tablo 18. Etki ilişki haritası

	D-R	D+R
c1	0,40	5,50
c2	-0,77	6,19
c3	-0,35	6,51
c4	-0,27	6,22
c5	0,61	6,76
c6	0,25	7,51
c7	-0,93	6,15
c8	-0,96	6,46
c9	1,05	4,94
c10	0,45	5,67
c11	0,21	4,65
c12	0,30	5,60

Tablo 18'de görüldüğü gibi c6 faktörü için D-R değeri 0.25, D+R değeri ise 7.51'dir. Bu, c6 faktörünün diğer faktörleri daha fazla etkilediğini ve toplam etkisinin oldukça yüksek olduğunu gösterir. Ancak, c8 faktörü için D-R değeri -0.96, D+R değeri ise 6.46'dır. Bu, c8 faktörünün diğer faktörleri daha az etkilediğini ve toplam etkisinin biraz daha düşük olduğunu göster

Bu değerler, faktörler arasındaki etkileşimleri ve genel etki düzeylerini anlamak için önemlidir. Analiz edilen sistemin nasıl çalıştığını ve faktörler arasındaki ilişkilerin karmaşıklığını gösterirler (Şekil 13).



Şekil 12. Etki İlişkin Grafiği

Adım 7: Eşik değeri hesaplamak; toplam ilişki değerlerinin ortalaması

Tablo 19. Eşik değeri hesaplaması

Orta	0,250558	0,307779
Güçlü	0,307779	0,365001
Çok Güçlü	0,365001	0,422222

Tablo 19'da, ilişki değerlerinin eşik değerlerine göre nasıl sınıflandırıldığı gösterilmiştir. İlişki değerleri genellikle bir araştırma veya analizin sonucunda elde edilen korelasyon katsayıları veya benzer istatistiksel ölçütlerdir. Bu değerler, değişkenler arasındaki ilişkinin gücünü ifade eder. İlişki değeri -1 ile 1 arasında bir değere sahiptir, ancak bu değer çok yakın bir ilişkiyi göstermez. İlişki zayıf olduğunda, değişkenler arasında belirgin bir ilişki olmadığı kabul edilir. İlişki değeri 0.25 ile 0.30 arasında olduğunda, ilişki orta derecede güçlü olarak nitelendirilir. Bu, değişkenler arasında belirgin bir ilişkinin olduğunu ancak ilişkinin güçlü olmadığını gösterir. İlişki değeri 0.30 ile 0.40 arasında olduğunda, ilişkinin güçlü olduğu kabul edilir. Bu, değişkenler arasında daha belirgin bir ilişkinin olduğunu ve bu ilişkinin derecesinin kuvvetli olduğunu gösterir. İlişki değeri 0.40 ve üzerinde olduğunda ise, ilişkinin çok güçlü olduğu kabul edilir. Bu, değişkenler arasında çok belirgin ve çok kuvvetli bir ilişkinin olduğunu gösterir.

Adım 8: D+R ve D-R verilerinin hesaplanması

Tablo 20. D+R ve D-R verileri

D+R'ye göre ilk 6 sırada yer alan
D-R değerine göre pozitif değere sahip
Ağırlıkta ilk 6

"D+R" ve "D-R" değerlerine göre sıralanmış olan Tablo 20'deki verileri içermektedir. İlk sırada yer alan 6 veri, "D+R" değerine göre en yüksek olan altı değeri temsil eder. Aynı şekilde, pozitif "D-R" değerine sahip olan altı veri de bu tabloda listelenmiştir. Bu veriler, ağırlıkta önemli olan değerlerdir, yani analizde belirli bir öneme sahiptirler. Böylece analizde odaklanılacak veya üzerinde çalışılacak değişkenleri belirlemek için Tablo 21'deki veriler kullanılmıştır.

Tablo 21. En Önemli Başarı Faktörleri

c6	c5	c3	c8	c4	c4		Faktörleri diğer faktörler ile olan ilişkileri en yüksek düzeydedir.
c1	c5	c6	c9	c10	c11	c12	Etkileyen grubunda yer almaktadır.
c6	c5	c8	c3	c2	c6		En önemli başarı faktörleri

DEMATEL yöntemi ile 8 adımlı hesaplama sonuçlarına göre 6 adet KPI öncelikli belirlenmiştir. Bunlar Tablo 22'de görüldüğü gibi, CO_2 Emisyonu, Atık Yönetimi, Su Kullanımı, Geri Dönüştürülen Girdi Oranı, Şirket Stratejisi ve Enerji Yoğunluğu olarak belirlenmiştir.

Tablo 22. Öncelikli seçilen KPI Listesi

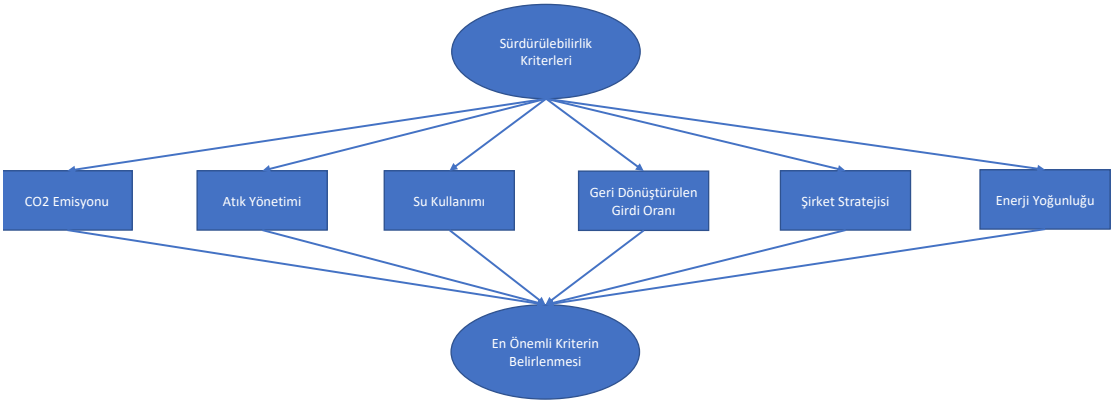
Sıra	**KPI**
	Maliyet
5	Şirket Stratejisi
4	Geri Dönüştürülen Girdi Oranı
6	Enerji Yoğunluğu
2	Atık Yönetimi
1	CO_2 Emisyonu

Sıra	KPI
	İzlenebilirlik
3	Su Kullanımı
	Yeşil Teknoloji
	Erişilebilirlik
	Ayak İzi
	Tedarikçi Çevresel Değerlendirmesi

8.3. AHP Yöntemi ile Şirket Önceliklerinin Belirlenmesi

Uygulamanın bu aşamasında, AHP yöntemi kullanılarak işletme öncelikleri belirlenmiştir. Bu yöntem, her bir kriterin önceliklerini hesaba katmak için kriterleri birbirine göre değerlendirir. Kriterlerin her biri, karşılıklı olarak diğerleri ile karşılaştırılarak önem dereceleri belirlenir.

Buna göre DEMATEL yöntemi ile belirlenen en önemli 6 kriter AHP yöntemi ile tekrar değerlendirilmiş ve önem puanlarına göre sıralanmıştır. AHP uygulamasının karar ağacı aşağıdaki gibidir (Şekil 14):



Şekil 13. AHP Karar Ağacı

AHP değerlendirmesi için Tablo 23'te detayı verilen 8 uzman kişi ile görüşülmüş ve değerlendirmeleri geometrik ortalama yöntemi ile birleştirilmiştir.

Tablo 23. AHP Uzman Kisi Listesi

Uzmanlık Alanı	Unvan	Deneyim	Sayı
Tedarik Zinciri	Başkan Yardımcısı / Genel Müdür	>20 Yıl	2
Satın alma	Direktör / Müdür	10-20 Yıl	2
Lojistik	Direktör / Müdür	10-20 Yıl	1
Tedarik Zinciri	Direktör / Müdür	<10 Yıl	2
Lojistik	Prof/Doç/Dr/Ar. Gör.	<10 Yıl	1

Tablo 24. AHP Yönetimi uygulanarak oluşturulan İkili Karşılaştırma Matrisi

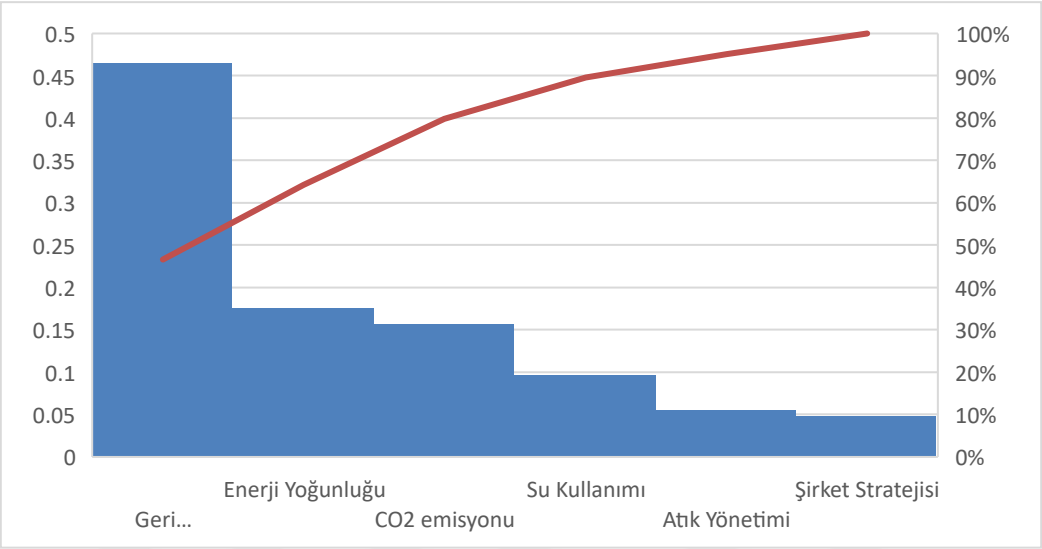
İkili Karşılaştırma Matrisi	Kriterler						
	CO2 emisyonu	Atık Yönetimi	Su Kullanımı	Geri Dönüştürülen girdi oranı	Şirket Stratejisi	Enerji Yoğunluğu	
CO2 emisyonu	1,00	3,00	2,20	0,21	4,17	0,73	
Atık Yönetimi	0,33	1,00	0,46	0,16	1,40	0,26	
Su Kullanımı	0,46	2,20	1,00	0,25	1,98	0,47	
Geri Dönüştürülen girdi oranı	4,79	6,19	3,98	1,00	6,10	4,57	
Şirket Stratejisi	0,24	0,71	0,50	0,16	1,00	0,26	
Enerji Yoğunluğu	1,36	3,90	2,14	0,22	3,82	1,00	
Toplam	**8,18**	**17,00**	**10,27**	**2,00**	**18,48**	**7,29**	
							Kriter Ağırlıkları
CO2 emisyonu	0,12	0,18	0,21	0,10	0,23	0,10	**0,16**
Atık Yönetimi	0,04	0,06	0,04	0,08	0,08	0,04	**0,06**
Su Kullanımı	0,06	0,13	0,10	0,13	0,11	0,06	**0,10**
Geri Dönüştürülen girdi oranı	0,59	0,36	0,39	0,50	0,33	0,63	**0,47**
Şirket Stratejisi	0,03	0,04	0,05	0,08	0,05	0,04	**0,05**
Enerji Yoğunluğu	0,17	0,23	0,21	0,11	0,21	0,14	**0,18**
Toplam	**1,00**	**1,00**	**1,00**	**1,00**	**1,00**	**1,00**	

Tablo 24'teki verilerin hesaplanması sonucunda aşağıda verilen Tablo 25'te görülebileceği gibi %47 oranı ile geri dönüştürülen girdi oranı en önemli kriterdir. Bunu sırasıyla %18 oranı ile Enerji Yoğunluğu, %16 oranı ile CO_2 emisyonu, %10 oranı ile Su Kullanımı, %6 oran ile Atık Yönetimi, %5 oranı ile Şirket Stratejisi takip etmektedir.

Tablo 25. KPI ağırlıkları

Kriter	Ağırlık
Geri Dönüştürülen girdi oranı	0,47
Enerji Yoğunluğu	0,18
CO_2 emisyonu	0,16
Su Kullanımı	0,10
Atık Yönetimi	0,06
Şirket Stratejisi	0,05

AHP sonuçları incelediğinde, Geri dönüştürülen girdi oranı kriterinin kuvvetli bir biçimde ön plana çıktığı görülmektedir. Şekil 15'te gösterilen Pareto analizinden görüleceği üzere geri dönüştürülen girdi oranı sonuçların yaklaşık olarak yarısını etkilemektedir.



Şekil 14. AHP Sonuçları Pareto Analizi

8.4. Modelin Uygulaması ve Analiz

Çalışmanın analiz kısmında Türkiye merkezli bir gıda ve perakende şirketinde uygulama yapılacaktır. Türkiye'de kurulmuş olan şirket, başta bisküvi, çikolata, süt ürünleri, margarin ve unlu mamuller olmak üzere geniş bir gıda ürünleri yelpazesi sunmaktadır. Türkiye'de ve uluslararası pazarlarda bilinen bir marka haline gelmiştir. Şirket, güçlü marka bilinirliği, kaliteli ürünleri ve geniş ürün portföyü ile bilinir. Ürünleri, bisküvi ve çikolata gibi atıştırmalık ürünlerden, süt ve süt ürünlerine, unlu mamullerden margarine kadar birçok kategoride yer almaktadır.

Uygulamanın yapıldığı üretici gıda, sektörde önde gelen bir gıda üretim firmasıdır. Şirket, 5 farklı bölgede bulunan modern üretim tesisleriyle geniş bir ürün yelpazesi sunmaktadır. Her bir fabrika, en son teknolojiye sahip ekipmanlarla donatılmıştır ve sıkı kalite kontrol standartlarına uygun olarak işletilmektedir. Sağlıklı, lezzetli ve tüketiciler tarafından tercih edilen gıda ürünleri sunmak için araştırma ve geliştirme çalışmalarına devam

etmektedir. Yenilikçi ürün portföyü, müşterilerin değişen ihtiyaçlarına uygun olarak sürekli olarak güncellenmektedir. Firmanın ürün gamı, atıştırmalıklardan sağlıklı içeceklere, dondurulmuş gıdalardan hazır yemeklere kadar geniş bir yelpazeye sahiptir.

Şirket sürdürülebilirlik ilkesine bağlı kalarak, üretim süreçlerinde çevresel etkiyi minimize etmeyi ve kaynakları verimli bir şekilde kullanmayı hedeflemektedir. Ayrıca, toplumun ve çalışanların refahını ön planda tutan sosyal sorumluluk projelerine de aktif olarak katkıda bulunmaktadır. Firmanın misyonu, kaliteli ve yenilikçi gıda ürünleriyle müşterilerine değer katmaktır. Kalite, güvenilirlik ve müşteri memnuniyeti konularında sektörde öncü bir konuma sahiptir.

8.4.1. Geri dönüştürülen girdi oranı

Bu uygulamada Geri Dönüştürülen girdi oranı, geri dönüştürülebilen ve kazanılan, bertaraf edilen ve yeniden kullanılan atıkların toplam atıklara oranı şeklinde hesaplanacaktır.

$$\text{Geri Dönüştürülen Girdi Oranı} = \frac{\text{Geri Dönüştürülebilen ve kazanılan, bertaraf edilen ve yeniden kullanılan atık miktarı}}{\text{Toplam atık miktarı}} \quad (2.1)$$

Geri dönüştürülen atıklar, 3 temel başlıkta incelecektir (Becerra, Mula ve Sanchis, 2021). Toplam atıklar da geri dönüştürülen ve dönüştürülemeyen atıkların toplamı olarak ifade edilmektedir.

1. Plastik, Karton, Metal vb Atıklar (tehlikeli ve tehlikesiz):
2. Enerji Elde edilebilir Atıklar (tehlikeli ve tehlikesiz)
3. Hayvan yemine dönüştürülen atıklar (tehlikesiz)

Türkiye'de faaliyet gösteren bu öncü gıda şirketinin 5 fabrikasında geri dönüştürülen girdi oranı incelenmiştir. Bu uygulamada aşağıdaki kategoriler için veri toplanmıştır:

- Plastik, karton, metal hurda, palet, çanta vb. gibi geri dönüştürülebilir atık miktarı (kilogram cinsinden)
- Enerji olarak geri kazanılan atık miktarı (kilogram cinsinden). Bu kategori tehlikeli atıklar, yakıt türevleri, atık su çamuru vb. gibi enerji olarak geri dönüştürülebilen atıkları içerir.

- Hayvan yemi olarak gönderilen sağlıksız gıda atıklarının miktarı (kilogram cinsinden)
- Depolama alanına sevk edilen atık miktarı (kilogram cinsinden). Bu kategori genellikle geri dönüştürülemeyen evsel atık türlerini

Uygulamaya konu olan bu üretim lokasyonlarındaki atık verileri ve geri dönüştürme oranları Tablo 26'da gösterilmiştir.

Tablo 26. Lokasyon Bazında Atık Geri Dönüştürme Oranı

Lokasyon	Plastik, Karton, metal vb. Atık (ton)	Enerji Elde Edilebilir Atık (ton)	Hayvan Yemine Dönüştürülen Atık (ton)	Toplam Geri Dönüştürülebilir Atık (ton)	Geri Dönüştürülemeyen Atık (ton)	Toplam Atık (ton)	Geri Dönüştürme Oranı
Lokasyon1	1.877,77	209,73	1.386,75	3.474,25	175,79	3.650,04	%95,18
Lokasyon2	2.523,74	-.-	1.252,44	3.776,18	135,79	3.911,97	%96,53
Lokasyon3	1.353,36	-.-	1.504,75	2.858,11	283,43	3.141,54	%90,98
Lokasyon4	633,36	0,46	200,52	834,34	142,62	976,96	%85,40
Lokasyon5	2.001,62	429,03	1.506,13	3.936,78	356,45	4.293,23	%91,70

2022 yılında elde edilen toplam miktarlar gösterilmektedir. "Toplam Geri Dönüşüm Oranı" ise toplam geri dönüşüm oranını yüzde cinsinden ifade eder. Her bir lokasyonun altında, o lokasyondaki atık türlerine ve miktarlarına ilişkin detaylar bulunmaktadır. Örneğin, Lokasyon 1'de, 3.474,25 kilogram geri dönüştürülebilir atık bulunurken, 3.650,04 kilogram evsel atık depolama yerine sevk edilmiştir. Aynı şekilde, Lokasyon 1'de toplam geri dönüşüm oranı %95,18 olarak belirtilmiştir.

Geri Dönüştürme oranının sürdürülebilirliği en fazla etkileyen kriter olduğu çalışmamız sırasında uyguladığımız yöntemlerle hesaplanmıştır. Bunun yanında Alman Tedarik Zinciri yasasında geri dönüştürme oranına ilişkin net bir talimat olmasa da ölçülmesi ve raporlanması konusunda kesin bir yaptırımı bulunmaktadır (Whispli, 2022). Önümüzdeki dönemde geri dönüştürme oranının sürdürülebilirlik çalışmalarında daha da önemli hale gelmesi beklenmektedir. Bu nedenle şirketler bu oranı düzenli olarak hesaplayıp raporlamalı ve endüstri standartlarıyla karşılaştırarak iyileştirme alanlarını belirlemelidir.

8.4.2. Enerji yoğunluğu

Enerji yoğunluğu, enerji kullanımıyla elde edilen çıktı miktarını belirleyen bir performans göstergesi olup, enerji verimliliğini değerlendirmek amacıyla kullanılmaktadır.

Kaynakların verimli şekilde kullanıldığını göstermesi ve bunun sonucunda çevresel etkilerin azaltılması, sürdürülebilirlik ile ilişkisini güçlendirmektedir. Birim başına enerji miktarını gösteren bir metrik olması nedeniyle, uygulamamız kapsamında toplam enerji tüketiminin ürün miktarına bölünmesi suretiyle hesaplanacaktır:

$$\text{Enerji Yoğunluğu} = \frac{\text{Toplam enerji tüketimi}}{\text{Ürün Miktarı}} \quad (2.2)$$

Toplam enerji tüketimi, hesaplama yapılması öngörülen süre zarfında üretim için tüketilen toplam enerji miktarını ifade ederken, ürün miktarı, aynı sürede üretimi tamamlanan ürün miktarını ifade etmektedir. Bu şekilde ürün başına kullanılan ortalama enerji miktarı hesaplanmış olacaktır. Tablo-27'de, uygulamamıza konu gıda ve perakende şirketinde bir yıl içinde gerçekleşen üretim ve kullanılan enerji miktarı görülmektedir. Bu veriler çerçevesinde enerji yoğunluğu da yukarıda belirtilen formül kullanılarak hesaplanmış ve yine aynı tabloda yer verilmiştir.

Tablo 27. Lokasyon bazlı enerji yoğunluğu

Lokasyon	Üretim Miktarı (ton)	Enerji Tüketimi (kWh)	Enerji Yoğunluğu (kWh/ton)
Lokasyon1	121.650	31.385.700	258
Lokasyon2	130.360	23.204.080	178
Lokasyon3	104.700	31.514.700	301
Lokasyon4	32.530	22.217.990	683
Lokasyon5	144.435	42.030.585	291

Yapılan çalışma sonucunda lokasyon bazında birbirinden oldukça farklı değerler tespit edildiği gibi, birbirine yakın değerler de ortaya çıkmıştır. Buna göre Lokasyon4 çok verimsiz veya Lokasyon2 oldukça verimli gibi bir sonuca ulaşmak için yeterli değildir. Ek olarak endüstri standartları, lokasyona özgü enerji kaynakları, iklim koşulları ve endüstriye özel unsurlar ile üretim süreçleri birlikte değerlendirilmelidir. Sürdürülebilirlik anlamında enerji yoğunluğunun azaltılması hedeflenmekte olup, buna dönük aksiyonlar lokasyona özel olarak belirlenmeli ve takip edilmelidir. Enerji yoğunluğunu azaltmanın yolları arasında enerji verimliliği artışı, yenilenebilir enerji kullanımının teşviki, atıkların azaltılması ve geri dönüşüm gibi stratejiler bulunabilir.

8.4.3. CO_2 emisyonu ölçümü

Sera gazı salınımı, küresel ısınma, deniz seviyesinin yükselmesi ve ekosistemlerin bozulması gibi olumsuz sonuçlara yol açan iklim değişikliği ile mücadele etmek çevresel sürdürülebilirlik için çok önemlidir. Karbondioksit (CO_2), sera gazları içinde öne çıkmakta olup, atmosfere salınan CO_2 gazının miktarı (ton veya karbondioksit eşdeğeri), bir KPI olarak ölçülmektedir.

CO_2 salınımını ölçmek için öncelikle, enerji tüketimi, nakliye, üretim süreçleri ve atık yönetimi gibi salınıma konu faaliyetler belirlenmelidir. Sonrasında belirli bir enerji kaynağının veya faaliyetin birim başına ne kadar CO_2 salınımına yol açtığını gösteren CO_2 salınım faktörü tespit edilmelidir (örneğin kWh başına salınan CO_2 miktarı). Bu faktör, genellikle bilimsel çalışmalar, endüstriyel veriler veya devlet kurumları tarafından sağlanmaktadır. Bunun sonucunda faaliyet kapsamında tüketim ile birim başına CO_2 salınımın çarpılması ile toplam CO_2 salınım miktarına ulaşılmaktadır. Uygulama kapsamında basitleştirmek amacıyla her bir faaliyete konu CO_2 salınımını hesaplamak yerine üretim süreçleri sonucunda tek bir salınım miktarı kullanılmıştır. Tablo-28'de üretim faaliyetleri sonucunda lokasyon bazında salınan CO_2 miktarı gösterilmektedir.

Tablo 28. Lokasyon bazında CO_2 salınım miktarı

Lokasyon	Üretim Miktarı (ton)	Üretilen ton başına CO_2 salınımı (ton)	CO_2 salınımı (ton)
Lokasyon1	121.650	0,270	32.845,50
Lokasyon2	130.360	0,215	28.027,40
Lokasyon3	104.700	0,230	24.081,00
Lokasyon4	32.530	0,425	13.825,25
Lokasyon5	144.435	0,278	40.152,93

CO_2 salınımı düzenli olarak takip edilmeli ve çevreyle ilgili etkileri de değerlendirerek azaltılmasını sağlayacak önlemler belirlenerek sonuçları izlenmelidir.

8.4.4. Su kullanımı

Su kaynaklarının sürdürülebilirliğini ve çevresel etkilerini değerlendirmek amacıyla su kaynaklarının ne ölçüde tüketildiği ve yönetildiği takip edilmelidir. Bu kapsamda su kullanımı için bir KPI oluşturulmalıdır. Bu KPI, su tüketim miktarı, suyun kaynaklardan

temini, geri dönüşüm oranları veya suyun geri kazanımı çerçevesinde belirlenebilir. Uygulama kapsamında üretilen ton başına tüketilen su miktarı KPI olarak kullanılacaktır (Tablo 29).

Tablo 29. Lokasyon bazında üretilen ton başına su tüketimi

Lokasyon	Üretim Miktarı (ton)	Su Tüketimi (m^3)	Üretilen ton Başına Su Tüketimi (m^3)
Lokasyon1	121.650	161.794,50	1,33
Lokasyon2	130.360	100.377,20	0,77
Lokasyon3	104.700	86.901,00	0,83
Lokasyon4	32.530	62.457,60	1,92
Lokasyon5	144.435	228.207,30	1,58

Su tüketimini azaltmak temel hedef olarak belirlenmelidir. Su verimliliğinin artırılması, atık suyun geri kazanımı, su tasarrufuna ilişkin farkındalığın artırılması ve su kaynaklarının korunması amacıyla alınacak önlemler bu konuda katkı sağlayacaktır.

8.4.5. Atık yönetimi

İşletmenin çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak ve atık oluşumunu minimize etmek için uygulamaya alınan süreçlerin etkinliğini değerlendirmek için atık yönetimine dönük KPI belirlenmektedir. Bu KPI'lardan birisi sürdürülebilirlik alanında belirlenmiş olan en etkin KPI olan geri dönüştürülen girdi oranıdır. Söz konusu KPI ile birlikte takip edilmek üzere atık üretim miktarı, uygulama kapsamına alınan bir KPI olmaktadır. Tablo-26'da toplam atık miktarına da yer verilmektedir. Temel hedef, atık üretim miktarının azaltılması olacaktır.

8.4.6. Şirket stratejisi

İşletmenin vizyonu, misyonu ve değerlerine uygun olarak belirlenen stratejik hedefler, şirketin faaliyetlerini yönlendiren ve başarıya ulaşmasını sağlayan temel prensipleri içerir. Ayrıca, şirketin gelecekteki yönünü, hedeflerini, büyüme stratejilerini ve işletme modelini ifade eden kapsamlı bir planı da içermektedir. Bu stratejik plan, pazar analizi, rekabet durumu, müşteri beklentileri, sektör trendleri ve iç kaynakların değerlendirilmesi gibi faktörleri dikkate alarak oluşturulur. Stratejik planın takibi de çeşitli KPI'lar ile yapılmaktadır. Sürdürülebilirlik ile ilişkili KPI'ların stratejik KPI'ların bir parçası olması

önem arz etmektedir. Uygulama kapsamında bu başlık altında özel bir KPI belirlenmemiştir. Daha önce belirlenen KPI'ların, stratejik KPI'ların bir parçası haline getirilmesinin yeterli olacağı düşünülmüştür.

8.4.7. KPI karşılaştırma

Belirlenen sürdürülebilirlik KPI'ları, uygulamanın bundan sonraki aşamasında farklı lokasyonların birbirleri ile karşılaştırılmasını sağlamak amacıyla bir endeks oluşturulmak için kullanılacaktır. Bu endeks, hangi lokasyonun sürdürülebilirlik perspektifinden diğer lokasyonlara göre daha avantajlı olduğunu tespit etmeyi ve gelişmesi gereken lokasyonlar için bir hedef oluşturmayı sağlayacaktır. Lokasyon bazında KPI değerleri Tablo-30'da sunulmaktadır:

Tablo 30. Lokasyon Bazlı KPI Değerleri

Lokasyon	Geri Dönüştürme Oranı (%)	Enerji Yoğunluğu (kwh)	CO_2 Salınımı (ton)	Su Kullanımı (m^3)	Atık Miktarı (ton)	Stratejik KPI Adedi
Lokasyon 1	%95,18	258	32.845,50	1,33	3.650,04	4
Lokasyon 2	%96,53	178	28.027,40	0,77	3.911,97	3
Lokasyon 3	%90,98	301	24.081,00	0,83	3.141,54	2
Lokasyon 4	%85,40	683	13.825,25	1,92	976,96	1
Lokasyon 5	%91,70	291	40.152.93	1,58	4.293,23	4

Tablo-30'da yer alan Stratejik KPI adedi, diğer beş adet KPI'ın kaç tanesinin stratejik KPI'lar içerisinde bulunduğunu ifade etmektedir. Tablodaki veriler incelendiğinde, her birinin farklı büyüklükte değerler aldığı görülmektedir. Bu kapsamda, söz konusu değerleri karşılaştırabilir hale getirmek için normalize etme ihtiyacı doğmuştur. Normalize etmek için çeşitli teknikler kullanılabilmektedir. Bunlar, Min-Max, Z-Score, Medyan ve Sigmoid olabilir. Bu tekniklerin faydası, farklı türdeki verilerin ölçeklendirilmesine imkan vererek karşılaştırılmasın sağlamaktadır. Hangi tekniğin seçileceği ise verilerin kullanım amacına göre şekillenebilmektedir.

Uygulama kapsamında Tablo-30'da yer alan KPI değerleri içinden en iyisi ile gelişmesi gerekenin ayırt edilerek ölçeklendirilmesinin uygun olacağı değerlendirilmektedir. KPI'lar içinde genellikle küçük olan veri sürdürülebilirlik anlamında iyi olarak nitelendirilebilmekle birlikte, geri dönüştürme oranı ve strateji KPI'ları için yüksek olan

veri iyi olarak sınıflandırılabilmektedir. Bu kapsamda, diğerlerine göre avantajlı olanı tanımlayan değer için 0, gelişmesi gerekli şeklinde tanımlanacak değer için ise 1 olan bir ölçeklendirmenin, karşılaştırma için uygun olacağı düşünülmektedir. Teknikler üzerinde yapılan değerlendirmede, 0 ile 1 arasındaki ölçeklendirme için Min-Max tekniğinin kullanılmasının makul olduğu değerlendirilmiştir. Hesaplamanın nasıl yapılacağı aşağıdaki formül ile verilmiştir:

$$\mathrm{nKPI} = \frac{\mathrm{vKPI} - \mathrm{KPI}_{min}}{\mathrm{KPI}_{max} - \mathrm{KPI}_{min}} \qquad (2.3)$$

Bu formülde;

nKPI: Normalize edilmiş KPI değerini,

vKPI: KPI değerini,

KPI_{min}: KPI kategorisindeki en küçük değeri

KPI_{max}: KPI kategorisindeki en büyük değeri,

ifade etmektedir. Söz konusu formül kullanılmak suretiyle KPI değerleri, 0-1 arasında bir değere dönüştürülecektir. Ancak öncesinde yüksek değerlerin sürdürülebilirlik anlamında iyi olduğu KPI'lar için mevcut değerler için bir dönüştürme işlemi yapılması gerekecektir. Buradaki amaç, "0"a yakın değerler alan KPI'ların sürdürülebilirlik anlamında daha iyi bir durumu ifade etmesinden hareketle, bu tür KPI'lar için uygun değer atanmasını sağlamaktadır. Bu kapsamda dönüştürme işlemine konu KPI'lar ve dönüştürme yöntemi Tablo-31'de verilmiştir.

Tablo 31. KPI Dönüştürme Yöntemi

KPI	Dönüştürme Yöntemi
Geri Dönüştürme Oranı	Mevcut KPI değeri, 1'den çıkarılarak yüksek olan değerin düşük bir değer alması sağlanacaktır.
Stratejik KPI Adedi	En fazla 5 adet KPI strateji içerisinde yer alabilecektir. Bu çerçevede, KPI değeri, 5'ten çıkarılarak yüksek değerin düşük bir değer alması sağlanacaktır. Örneğin, 5 KPI'ın da işletme stratejisinde yer alması durumunda, dönüştürülmüş KPI değeri 0 olacaktır.

Tablo 31'de tanımlanan dönüştürme yöntemi çerçevesinde, güncellenmiş KPI değerleri Tablo 32'de sunulmaktadır.

Tablo 32. Güncellenmiş KPI Değerleri

Lokasyon	Geri Dönüştürme Oranı (%)	Enerji Yoğunluğu (kwh)	CO_2 Salınımı (ton)	Su Kullanımı (m^3)	Atık Miktarı (ton)	Stratejik KPI Adedi
Lokasyon 1	%4,82	258	32.845,50	1,33	3.650,04	1
Lokasyon 2	%3,47	178	28.027,40	0,77	3.911,97	2
Lokasyon 3	%9,02	301	24.081,00	0,83	3.141,54	3
Lokasyon 4	%14,60	683	13.825,25	1,92	976,96	4
Lokasyon 5	%8,30	291	40.152.93	1,58	4.293,23	1

Tablo 32'de yer alan KPI değerleri, Min-Max tekniği kullanılarak ölçeklendirilmiştir. Sonuçları Tablo 33'te gösterilmiştir.

Tablo 33. Normalize Edilmiş KPI Değerleri

Lokasyon	Geri Dönüştürme Oranı	Enerji Yoğunluğu	CO_2 Salınımı	Su Kullanımı	Atık Miktarı	Stratejik KPI Adedi
Lokasyon 1	0,1213	0,1584	0,7224	0,4870	0,8061	0
Lokasyon 2	0	0	0,5394	0	0,8850	0,3333
Lokasyon 3	0,4987	0,2436	0,3895	0,0522	0,6527	0,6667
Lokasyon 4	1	1	0	1	0	1
Lokasyon 5	0,4340	0,2238	1	0,7043	1	0

Normalize edilmiş KPI değerleri, AHP yöntemi ile belirlenen ve Tablo-34'te yer alan ağırlıklar kullanılarak güncellenmiştir.

Tablo 34. Ağırlıklandırılmış Normalize KPI Değerleri

Lokasyon / Ağırlık	Geri Dönüştürme Oranı	Enerji Yoğunluğu	CO_2 Salınımı	Su Kullanımı	Atık Miktarı	Stratejik KPI Adedi
	%47	%18	%16	%10	%6	%5
Lokasyon 1	0,0570	0,0285	0,1156	0,0487	0,0484	0
Lokasyon 2	0	0	0,0863	0	0,0531	0,0167
Lokasyon 3	0,2344	0,0438	0,0623	0,0052	0,0392	0,0333
Lokasyon 4	0,4700	0,1800	0	0,1000	0	0,0500
Lokasyon 5	0,2040	0,0403	0,1600	0,0704	0,0600	0

Tablo-34'te yer alan ağırlıklandırılmış ve normalize edilmiş KPI değerleri ile lokasyon bazında bir endeks oluşturulmuştur. Bu endeks, bir lokasyon için her bir KPI değerinin ilgili ağırlık değeri ile çarpılması sonrasında elde edilen rakamın toplanması ile elde edilmiştir. Bu hesaplama yöntemi aşağıdaki formül ile açıklanmaktadır.

$$Endeks_{Lokasyon_x} = \sum_{i=1}^{6} KPI_i * Ağırlık_i \quad (2.4)$$

Bunun sonucunda Lokasyon bazında endeks değerleri Tablo 35'teki gibi hesaplanmıştır.

Tablo 35. Lokasyon Bazında Endeks Değerleri

Lokasyon	Endeks
Lokasyon 1	0,2982
Lokasyon 2	0,1561
Lokasyon 3	0,4182
Lokasyon 4	0,8000
Lokasyon 5	0,5347

Endeks değerinin düşük olması, sürdürülebilirlik KPI'larının diğerlerine göre daha avantajlı olduğunu göstermektedir. Bu çerçevede Lokasyon 2'nin KPI değerleri, diğer lokasyonlara göre daha avantajlı olup, diğer lokasyonların KPI değerlerini, Lokasyon 2'ye yaklaştıracak adımları atmaları ve KPI hedeflerini buna göre belirlemeleri işletmenin sürdürülebilirlik anlamında iyileşmesini sağlayacaktır.

9. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmanın temel amacı, SCOR 14 ve Alman Tedarik Zinciri Yasasını referans alarak Tedarik Zinciri performans ölçümü kapsamında sürdürülebilirlik ile ilgili KPI'ları değerlendirmek ve bu KPI'lar içerisinden de bir set ölçüm indikatörü oluşturmak olarak belirlenmiştir. Oluşturulan ölçüm indikatörleri de bir uygulama ile örneklendirilmiştir. Bu çalışmanın diğer bir amacı da Avrupa Birliği ile olan ticarette sürdürülebilirlik ile ilgili ölçüm ve raporlama kabiliyetimizi arttırmaktır

Çalışma dört aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada, SCOR 14 ve Alman Tedarik Zinciri Yasası referans alınmış ve yarı yapılandırılmış mülakat ile 12 adet KPI belirlenmiştir. Bu aşamada önemli olan sürdürülebilirlik performans göstergelerinin seçilmesi öncesinde performans değerlendirme sisteminin hedeflerinin belirlenmesi gerekliliğidir. İşletmeler, çeşitli performans değerlendirme standartları/sistemleri kullanabilirler. Belirlenen KPI'lar tercihen referans materyaller olarak kullanılmalı ve işletmeler, kendi hedeflerine uygun göstergelerin geliştirilmesinden sorumlu olmalıdır. Seçilen performans göstergeleri, performans iyileştirme seçeneklerinin en uygun olduğu alanı belirleme, amaç ve hedeflere ulaşılıp ulaşılmadığını değerlendirme ve kilit paydaşların gereksinimlerini karşılayan sürdürülebilirlik raporunun geliştirmesini sağlama konusunda destekleyici görev üstlenmektedir.

Demirci (2023), yaptığı çalışmada işletmeye değer katacak bir operasyonel sistem geliştirmeyi sağlayan sürdürülebilirlik performans göstergeleri için temel gereksinimleri Tablo 36'daki gibi özetlenmiştir.

Tablo 36. Sürdürülebilirlik Performans Göstergeleri İçin Temel Gereksinimler

Sıra	Gereksinimler	Açıklama
1	Karşılaştırılabilirlik / Ölçülebilirlik	Göstergeler, performans değişiklerini belirlemeye yardımcı olmalıdır
2	Anlamlılık	Göstergeler kayıpların performans geliştirme seçeneklerinin belirlenmesine ve karar verme etkinliğinin artırılmasına yardımcı olmalıdır
3	Bütünlük	Göstergeler sürdürülebilirliğin tüm ana yönlerini kapsamalıdır

Sıra	Gereksinimler	Açıklama
4	Süreklilik	Değişikliklerin izlenmesini sağlamak için göstergeler sürekli olarak (aynı ölçüm yöntemleri dahil) kullanılmalıdır
5	Netlik	Yanlış anlamaları önlemek için göstergeler açık ve spesifik olmalıdır
6	Verimlilik	Gösterge sistemi işlevsel ve kaynak verimli olması için oldukça basit olmalıdır

Söz konusu temel gereksinimler, çalışmanın bu aşamasında gerçekleştirilen yarı yapılandırılmış mülakatlarda dikkate alınan önemli unsurlardan olmuştur. Sektöründe ileri gelen yöneticiler ile akademisyen ve bilirkişilerden oluşan 17 kişi ile yapılan bu mülakatlarda belirlenen 12 adet KPI (Tablo 12) da Tablo 36'da belirtilen temel gereksinimleri karşılamaktadır. Böylelikle temin edilen verilerin literatürdeki bulguları desteklediği görülmüştür. Anılan 12 adet KPI, mülakatlar sonucunda diğerlerine göre daha önemli bulunmuş, sonraki aşamalar için çalışma kümesini oluşturmuştur.

Çalışmanın ikinci aşamasında, belirlenen KPI'ların önemliliklerinin belirlenmesi için 7 adımlı DEMATEL yöntemi kullanılmıştır. 8.2'de ayrıntıları belirtilen DEMATEL sonucunda 6 adet KPI öne çıkmıştır (Tablo 37). Bu aşamada "CO_2 Emisyonu" en önemli KPI olarak ortaya çıkmıştır.

Tablo 37. DEMATEL Sonuç Ağırlıkları

Sıra	STZY KPI	Modelde Bulunan Etki Derecesi
1	CO_2 Emisyonu	0,10357
2	Atık Yönetimi	0,09358
3	Su Kullanımı	0,09007
4	Geri Dönüştürülen Girdi Oranı	0,08983
5	Şirket Stratejisi	0,08591
6	Enerji Yoğunluğu	0,07599

DEMATEL modeli sonunda Tedarik Zincirinde sürdürülebilirliğin en büyük beklentisinin CO_2 Emisyonunun izlenmesi olduğu görülmüştür. Şişman (2015), yaptığı çalışmada, CO_2 Emisyonunun kontrol altına alınması için bazı düzenlemelerin hayata geçirilebileceğini tartışmıştır. Özellikle büyük miktarlarda enerji tüketen makinelere özel sayaçlar bağlanarak salınan karbon miktarının ölçülmesi mümkün görülmektedir. Bu

miktarın kontrol altına alınması için çalışanlara yönelik eğitimler, makinelerde teknik iyileştirmeler ve enerji verimliliği iyileştirmeleri planlanmaktadır. Bu bağlamda fayda-maliyet analizi de önem taşımaktadır.

Bir başka çalışmada (Akman Dömbekci ve Erişen, 2022) perakende ve gıda işletmelerinin çevresel performansları AHP ve TOPSIS yöntemleriyle değerlendirmiştir. GRI veri tabanında yer alan sürdürülebilirlik raporlarından çevresel performans göstergeleri olarak enerji tüketimi, su tüketimi, sera gazı emisyonları ve tehlikeli ve tehlikesiz atıklar kullanılmıştır. Bunun için şirketlerin çevresel performans verilerini toplamıştır. Bu çalışmada yalnızca yurtiçi perakende sektörü incelenmesine rağmen, Geri Dönüştürülen Girdi Oranı, CO_2 emisyonlarının ardından gelir.

Üçüncü aşamada, belirlenen önemli KPI'ların önceliklendirilmesi için AHP yönetimi kullanılmıştır. 8.3'te ayrıntılı bir şekilde hesaplamaları gösterilen yöntem sonucu en öncelikli kriter %47 ağırlık ile "Geri Dönüştürülen Girdi Oranı" olarak belirlenmiştir. Bunu sırasıyla Enerji Yoğunluğu, CO_2 Emisyonu, Su kullanımı, Atık Yönetimi ve Şirket Stratejisi takip etmektedir (Tablo 38).

Tablo 38. AHP Ağırlıkları

Kriter	**Ağırlık**
Geri Dönüştürülen girdi oranı	0,47
Enerji Yoğunluğu	0,18
CO_2 emisyonu	0,16
Su Kullanımı	0,10
Atık Yönetimi	0,06
Şirket Stratejisi	0,05

Literatür taramasında, en öncelikli KPI olarak belirlenen geri dönüştürülen girdi oranının gıda sektöründe hesaplandığını gösteren bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma kapsamında söz konusu KPI öncelikli olmak üzere belirlenen tüm KPI'ların ne şekilde hesaplanacağına yer verilmektedir.

Çalışmanın dördüncü aşaması olan uygulama kapsamında Türkiye'de faaliyet gösteren öncü bir gıda şirketinin 5 farklı lokasyonda yer alan fabrikalarında önemli ve öncelikli

olarak belirlenen 6 adet KPI hesaplanmıştır. Ek olarak bu KPI'lardan türetilen bir endeks oluşturularak lokasyonların sürdürülebilirlik açısından karşılaştırılması sağlanmıştır. Bu karşılaştırmanın, sürdürülebilirlik KPI'larının hedef değerlerinin belirlenmesine ilişkin önemli bir ihtiyacı giderdiği değerlendirilmiştir.

Öncelikli olarak belirlenen "Geri Dönüştürülen Girdi Oranı", geri dönüştürülebilen atıkların toplam atıklara oranı olarak hesaplanmıştır. Geri dönüştürülen atıkların kapsamına plastik, karton, metal vb. atıklar (tehlikeli ve tehlikesiz), enerji elde edilebilir atıklar (tehlikeli ve tehlikesiz) ve hayvan yemine dönüştürülen atıklar (tehlikesiz) alınmıştır.

Yapılan çalışmalarda, geri dönüştürülmüş atıklar, katı atık kategorisine giren cam, plastik, kağıt, metal ve karton gibi birçok atık kategorisindeki malzemelerin fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçler ve prosedürler yoluyla saf hammadde olarak yeniden ortaya çıkarıldığı ve yeniden kullanıma hazır hale getirildiği bir süreç olan "geri dönüşüm" olarak incelenmiştir. Bu şekilde yeniden kullanılabilir hale getirilebilen atıklara da "geri dönüştürülebilir atık" denilmektedir. Doğada uzun süre bozulmadan kalan cam, plastik ve kağıt gibi malzemelerden yapılan malzemeler en çok tüketilen malzemeler olurken, bu malzemeler de kolaylıkla geri dönüştürülebilmektedir. Bu atıkların geri dönüşüm sürecinde kullanılan enerji, hammaddeden yeni malzeme oluşturmak için kullanılan enerjiye oranla oldukça düşüktür. Bu malzemelerin geri dönüştürülmesiyle yeni hammadde ihtiyacı azaltılabilir, doğal kaynaklar korunabilir, ek enerji tüketimi önlenebilir, doğadaki canlılara zarar veren katı atık emisyonları azaltılabilir. Günümüzde doğayı ve ekonomisini korumak isteyen birçok ülkenin, geri dönüşüm konusuna odaklandığını ve ulusal ajanslar ve yerel yönetimler işbirliği yaparak bu konuda projeler geliştirdiği görülmektedir (Sağlam, Taş ve Akhan Baykan, 2020).

Çalışmanın bir amacı da Avrupa Birliği ile olan ticarette sürdürülebilirlik ile ilgili ölçüm ve raporlama kabiliyetimizin artırılması olarak belirlenmiştir. Bu çerçevede AB bünyesindeki ülkelerde bu alanda çeşitli göstergelerin varlığı araştırılmıştır. AB'nin ilk üye ülkeleri ve Norveç'in, belediye atıklarının geri dönüşüm oranlarını (hem ağırlık hem de yüzde olarak) takip ettiği ve geçtiğimiz 10 yılda, bu oranları önemli ölçüde artırdığı görülmüştür.

Uygulamada, her bir lokasyon bazında geri dönüştürülen girdi oranı hesaplanarak lokasyonların bu KPI kapsamındaki durumları tespit edilmiştir. En yüksek orana sahip lokasyonun, sürdürülebilirlik anlamında iyi bir durumda olduğu değerlendirilmiştir.

Çalışma sonucunda tespit edilen diğer beş KPI için de lokasyon bazında aşağıda belirtilen yöntemler kullanılarak hesaplama yapılmıştır:

- Enerji yoğunluğu, üretilen ürün miktarı başına düşen elektrik tüketimi olarak hesaplanmıştır. Bu değerin düşük olması, kaynakların etkin bir şekilde kullanıldığını göstermekte ve bunun sonucunda çevresel olumsuz etkilerin azaltılmasını sağlamaktadır. Bu çerçevede, düşük değere sahip lokasyonların sürdürülebilirlik üzerinde olumlu etkileri bulunmaktadır.
- CO_2 salınımı, salınıma konu faaliyetlerin miktarı ile endüstriyel standartlar çerçevesinde belirlenen salınım faktörünün çarpılması ile hesaplanmaktadır. CO_2 salınımın iklim üzerindeki olumsuz etkileri dikkate alındığında mümkün olduğunca düşük olması beklenmektedir.
- Su kullanımı, üretilen ürün miktarı başına düşen su tüketimi olarak ifade edilmektedir. Dünya genelinde kıt olarak değerlendirilebilecek su kaynaklarının verimli kullanılmasının sürdürülebilirlik üzerinde oldukça önemli bir etkisi bulunmaktadır. Bu nedenle düşük değerleri barındıran lokasyonlar sürdürülebilirlik açısından iyi bir durumdadırlar.
- Şirket stratejisi, sürdürülebilirlik kapsamında önemli olarak belirlenen beş adet KPI'nın ne kadarının şirketin önemli hedefleri içerisinde yer aldığı dikkate alınarak hesaplamaya dahil edilmektedir. Tüm KPI'ların şirketin ana hedefleri içerisinde yer alması, sürdürülebilirliğe verilen önemin bir göstergesidir. Uygulama kapsamında lokasyon bazında adet olarak belirlenmiştir.

Uygulamanın ilk aşamasının sonucunda yukarıda özetlenen yöntemler ile her bir lokasyon bazında sürdürülebilirlik KPI değerlerine ulaşılmıştır (Tablo 30). Bu değerler, iki temel amaç için kullanılabilir. Bunlardan ilki, KPI kategorisi kapsamında ulaşılması hedeflenen değerden pozitif veya negatif anlamda ne kadar uzak olunduğunu belirlemek olarak ifade edilebilir. İşletmeler kendi hedeflerine ve kapasitelerine göre ulaşmak istedikleri değerleri belirleyebilecekleri gibi uygulamada yer aldığı şekilde farklı

lokasyonlardaki değerleri de hedef değer olarak kullanabilirler. Bunun yanında sektörel referans değerlerin bulunması durumunda bu değerler de hedef olarak belirlenebilir.

Hesaplanan KPI değerlerinin diğer kullanım amacı ise lokasyonları karşılaştırmak olarak tanımlanabilir. KPI değerlerinin farklı ölçeklerde ve birimlerde olması nedeniyle her bir lokasyon, tek bir KPI için birbiri ile karşılaştırılabilecektir. Bu çerçevede, tüm KPI'ların bir arada değerlendirilebileceği bir sürdürülebilirlik endeksinin oluşturulmasının lokasyonları bütünsel olarak karşılaştırılabilmeyi sağlayacağı değerlendirilmiştir. Oluşturulan endeks aynı zamanda farklı sektörlerin veya farklı işletmelerin karşılaştırılabilmesine imkan verebileceği gibi işletmeler için referans değerlerin belirlenmesini de sağlayabilecektir.

Uygulamanın son aşamasında, bütünsel karşılaştırma imkanı sağlayacağı değerlendirilen bir endeks oluşturulmuştur. Bu endeks için öncelikle farklı ölçek ve birimlerde olan KPI değerlerinin normalize edilmesi gerektiği görülmüştür. Farklı normalizasyon yöntemlerinden uygun olanın min-max olduğu değerlendirilmiş ve buna göre her bir KPI değeri kategori bazında normalize edilerek 0 ve 1 arasında değerler alması sağlanmıştır. Bu şekilde, en düşük ve en yüksek değerler referans alınarak diğer değerlerin bunlara göre konumlanması amaçlanmıştır. Sürdürülebilirlik anlamında bir KPI değerinin düşük olmasının olumlu etkisi olacağı değerlendirilmiştir. Bunun için düşük olan değerler makul bulunmuştur. Bu çerçevede bazı KPI'lar için hesaplanan değerlerin dönüştürülmesi gerektiği tespit edilmiştir. Örneğin geri dönüştürülebilir girdi oranının yüksek bir değer alması olumlu olduğu için bu değer tersine çevrilerek endeks hesaplamasında yer alması sağlanmıştır. Bu işlemler sonucunda her bir lokasyon için KPI değerleri normalize değerlere dönüştürülmüştür (Tablo 34). Bu değerler daha sonra AHP yöntemi ile belirlenen ağırlıklar kullanılarak tek bir endeks değeri hesaplanmıştır. Bunun sonucunda her bir lokasyon için tek bir sürdürülebilirlik endeksi ortaya çıkarılmıştır (Tablo 36).

Bu endeks ile hangi lokasyonun diğerlerine göre sürdürülebilirlik açısından iyi bir durumda olduğu belirlenebilir hale gelmiştir. Bu şekilde sektörel veya uluslararası endeksler oluşturulabileceği öngörülmektedir.

Belirlenen KPI setinin ve bu set üzerinden türetilen sürdürülebilirlik endeksinin, önümüzdeki yıllarda özellikle sürdürülebilirlik odaklı birtakım gerekliliklerin yerine getirilmesinin bekleneceği Avrupa'ya ihracat yapacak gıda firmaları için bir kılavuz olması amaçlanmaktadır. TZY Sürdürülebilirlik Performans Yönetimi Açısından Değerlendirilmesi konumuzun hem yurt içi hem de yurt dışı makale ve inceleme taramalarında örneğine rastlanmamıştır. Yapılacak olan çalışma ve ortaya çıkacak metodolojinin uygulanması ile literatüre katkı sağlanması hedeflenmektedir.

10. SONUÇ VE ÖNERİLER

Son dönemde dünyada gıda sektörünün en önemli gündemi sürdürülebilirlik oldu. Bu çalışmada tedarik zincirinin sürdürülebilirlik performans yönetimi açısından değerlendirilmesi yapılmıştır. SCOR 14 ve Alman Tedarik Zinciri Kanunu'na eklenen sürdürülebilirlik ile ilgili maddeler incelenmiş ve ihracatçı firmaların özellikle Avrupa ticareti ile ilgili yeni yükümlülükleri belirlenmiştir.

Bu çalışma ile sürdürülebilirlik performans indikatör seti çıkarılmış ve ağırlıkları verilmiştir. SCOR 14 ve Alman Tedarik Zinciri Yasası referans alınarak belirlenen 12 KPI, işletmelerin sürdürülebilirlik performansını ölçmek için etkili bir çerçeve sunmaktadır. DEMATEL ve AHP yöntemleri kullanılarak belirlenen ağırlıklar, öncelikli KPI'ların belirlenmesinde önemli bir rol oynamıştır. Bunun sonucunda Geri Dönüştürülen Girdi Oranı, Enerji Yoğunluğu, CO_2 Emisyonu, Su Kullanımı, Atık Yönetimi ve Şirket Stratejisi, işletmelerin sürdürülebilirlik performansını değerlendirmek için öncelikli olarak belirlenmiştir.

Çalışmanın sonuç kısmında da ağırlıklı olarak seçilen en önemli KPI'ların, 5 ayrı lokasyonda uygulaması yapılarak, KPI değerleri belirlenmiştir. Ayrıca, bu değerlerin bütünsel olarak karşılaştırılabilmesini sağlayacak bir sürdürülebilirlik endeksi oluşturulmuştur. Bu şekilde, işletmelerin sürdürülebilirlik performansını artırmak ve çevresel etkilerini azaltmak için rehberlik sağlayacak bir kriter meydana getirilmiştir. Böylelikle işletmeler uygulanabilir KPI setine ulaşacak ve gerektiğinde bunları geliştirmek için bir yol haritasına sahip olacaktır. Aynı zamanda elde edilecek veriler ile Tedarik Zinciri sürdürülebilirlik performansını iyileştirmek isteyen şirketler, hangi alanlara odaklanmaları gerektiği ile ilgili önemli bulgular elde edebileceklerdir. Ayrıca, yol haritasının bir parçası olması durumunda, eğitim programları daha odaklı bir şekilde oluşturulabilecektir.

Bu çalışma ile şirketler belirlenen KPI'ları ölçebilme yetenekleri ve dereceleri ile birlikte bir rapor yayınlayıp kendilerini değerlendirme ve ihracat kriterlerine uyduklarını ispat edebileceklerdir. Oluşturulan modeli kullanan ve belirlenen KPI setini ölçen şirketler,

hem kendilerini diğer şirketlerle ve AB mevzuatıyla karşılaştırabilecek hem de performansı arttırmak için hangi alanlara odaklanmasını gerektiğini tespit edebilecektir. Belirlenen KPI'ların sonuçlarını gösterebilen firmalar tedarik zinciri sürdürülebilirlik kriterlerini karşılamış olacaktır. Ek olarak, ihracat pazarında artan rekabet ve sürdürülebilir tedarik zinciri zorunluluğu nedeniyle bu performansları ölçebilen şirketler önemli bir rekabet avantajı da yakalayacaktır.

Bu nedenle, çalışmanın sonunda ortaya çıkan modelin araştırma literatüründe önemli bir boşluğu dolduracağı düşünülüyor. SCOR 14 ve Alman Tedarik Zinciri Kanunu'nun performansa etkisini kapsamlı bir şekilde değerlendiren ve değerlendiren bir çalışma henüz mevcut değildir. Bu nedenle literatüre katkıda bulunacaktır.

Bu çalışma, Türkiye'de faaliyet gösteren bir gıda şirketiyle ilgilidir. Çok sayıda farklı yerde ve hizmet sektöründe faaliyet gösteren işletmeler kapsam dışında tutuldu. Bundan sonraki çalışmalarda, farklı yerlerde ve hizmet sektöründe faaliyet gösteren işletmelerle ilgili araştırmalar tekrarlanabilir ve bu çalışmaların sonuçları karşılaştırılabilir.Aynı zamanda bu çalışma sürdürülebilirliğin çevresel etkisini incelemiştir, sosyal ve ekonomik açıdan da değerlendirilebilir.

Ek olarak, bu çalışmanın başlangıç tarihindeki en yeni versiyon olan SCOR v14 Dijital referans model olarak kullanılmıştır. Daha sonra yeni prosedür ve uygulamalar gösterilmektedir. Daha sonraki çalışmalarda, daha yeni SCOR versiyonları kullanılarak sonuçlar karşılaştırılabilir ve yeni eklenen prosedür ve uygulamaların durumu değerlendirilebilir.

KAYNAKÇA

Accorsi, R., Cholette, S., Guidani, B., Manzini, R., ve Ronzoni, M. (2022). Sustainability assessment of transport operations in local Food Supply Chain networks. *Transportation Research Procedia, 67*, 1-11.

Ağar, F. (2010). *Tedarik Zinciri Yönetiminde SCOR modeli, Tedarik Süreci Performans Değerlendirmesi ve Scorcard Uygulaması.* (Yayın no. 293926). [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi]. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp.

Akman Dömbekci, H., ve Erişen, M. A. (2022). Nitel Araştırmalarda Görüşme Tekniği. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 22*(Özel Sayı 2), 141-160.Altuntaş, C., ve Türker, D. (2012). Sürdürülebilir tedarik zincirleri: sürdürülebilirlik raporlarının içerik analizi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 14*(3), s. 39-64.

APICS. (2017). *Supply Chain Operations Reference Model SCOR v12*. Haziran 2023 tarihinde https://www.apics.org/docs/default-source/scor-training/scor-v12-0-framework-introduction.pdf?sfvrsn=2 adresinden alındı

Ardekani, Z. F., Sobhani, S. J., Barbosa, M. W., ve De Sousa, P. R. (2023). Transition to a sustainable food supply chain during disruptions: A study on the Brazilian food companies in the Covid-19 era. *International Journal of Production Economics, 257*, 1-45.

ASCM. (2022). *Supply Chain Operations Reference Model SCOR Digital Standard.* Haziran 2023 tarihinde https://www.ascm.org/globalassets/ascm_website_assets/docs/intro-and-front-matter-scor-digital-standard2.pdf adresinden alındı

Aydın, D. (2013). Ülkeler Arası CO2 Emisyonun Azaltılması Yönde Etkinlik Çalışması. *Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 30*, s. 120-135.

Başkol, M. (2012). Tedarik Zincirinde İşbirliği ve ECR Stratejisi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi, 11*(40), s. 188-204.

Becerra, P., Mula, J., ve Sanchis, R. (2021). Green supply chain quantitative models for sustainable inventory management: A review. *Journal of Cleaner Production, 328*, 1-16.

Büyüközkan, G., ve Karabulut, Y. (2017). Energy project performance evaluation with sustainability perspective. *Energy, 119*, s. 549-560.

Coşkun, B., Yıldız, M. S., ve Bayraktar, M. (2022). Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönteminde Tedarikçi Değerlendirme Kriterlerinin DEMATEL yöntemiyle incelenmesi ve ahşap sektöründe bir uygulama. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi, 18*(2), s. 618-648.

Çiçek, E., ve Bay, M. (2007). Stratejik Küresel Tedarik Zinciri Yönetimi ve Lojistik. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi, 7*(13), s. 91-117.

Dağdeviren, M., ve Eren, T. (2013). Tedarikçi Firma Seçiminde Analitik Hiyerarşi Prosesi ve 0-1 Hedef Programlama Yöntemlerinin Kullanılması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 16*(1), s. 41-52.

Delipınar, G., ve Kocaoğlu, B. (2016). Using SCOR Model to Gain Competitive Advantage: A Literature. *229*, s. 398-406.

Demirci, E. (2023). Lojistik Sektörünün Sürdürülebilirlik Performansının Değerlendirilmesi. Ö. F. Aslan, ve Ö. Gövez içinde, *Sürdürülebilir Kalkınmada Tarımsal Faaliyetlerin Yeri ve Önemi* (s. 73-97). İstanbul: Efe Akademi.

Demirci, E., ve Korkmaz, A. (2023). An Application on enviromental performance of retail trading and food manufacturing companies within the framework of sustainability. *9th Global Business Research Congress* (s. 113-123). İstanbul: PressAcademia.

Dubey, R., Gunasekaran, A., Wamba, S. F., ve Bag, S. (2015). Building Theory of Green Supply Chain Management using Total Interpretive Structural Modeling (TISM). *IFAC Papers Online, 48*(3), 1688-1694.

Eker, Ö. (2006). *Lojistik Yönetimi ve Tedarik Lojistiği Sürecinde Performansın Arttırılması.* (Yayın no. 223376). [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi]: https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezSorguSonucYeni.jsp.

Eşmen, O., Bedük, F., ve Bedük, A. (2015). Yaşanabilir Bir Dünya için Yeşil Lojistik: Türkiye ve Dünya Uygulama Örnekleri. *I. Uluslararası Kafkasya - Orta Asya Dış Ticaret ve Lojistik Kongresi*, (s. 87-98). Kars.

Everhardt, C., Campos Nave, D., ve Bauer, C. (2023, January 2). *The new German Supply Chain Due Diligence Act (LkSG) – what needs to be done*. Haziran 2023 tarihinde https://www.roedl.com/insights/supply-chain-act-due-diligence-obligations adresinden alındı

Fritz, M. M. (2022). A supply chain view of sustainability management. *Cleaner Production Letters, 3*, 1-13.

Gleissner, H., ve Femerling, J. C. (2013). The Principles of Logistics. H. Femerling içinde, *Logistics* (s. 3-18). Springer Texts in Business and Economics.

Gurung, S., ve Phipon, R. (2006). Multi-criteria decision making for supplier selection using AHP and TOPSIS method. *International Journal of Engineering Inventions, 6*(2), s. 13-17.

Gültekin, S., ve Deste, M. (2021). Tedarik Zinciri Yönetiminde Sürdürülebilirlik Uygulamaları ve Malatya İli Örneği. *Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi, 4*(2), s. 321-342.

Joshi, S. (2022). A review on sustainable supply chain network design: Dimensions, paradigms, concepts, framework and future directions. *Sustainable Operations and Computers, 3*, 136-148.

Karahan, S., Uca, S., ve Güdük, T. (2022). Nitel Araştırmalarda Görüşme Türleri ve Görüşme Tekniklerinin Uygulanma Süreci. *Nitel Sosyal Bilimler, 4*(1), s. 78-101.

Koçak, A., ve Diyadin, A. (2018). Sanayi 4.0 Geçiş Süreçlerinde Kritik Başarı Faktörlerinin DEMATEL Yöntemi ile Değerlendirilmesi. *Ege Akademik Bakış, 18*(1), s. 107-120.

Kolev, G., ve Neligan, A. (2022). *Effects of a supply chain regulation: Survey-based results on the expected effects of the German Supply Chains Act.* Köln: Institut Der Deutschen Wirtschaft.

Korkmaz, M. K. (2015). Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi ve Sürdürülebilir Uygulamalar. *IV. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi Bildiriler Kitabı* (s. 1-13). Gümüşhane: Gümüşhane Universitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi.

Kuwornu, J., Khaipetch, J., Gunawan, E., Bannor, R., ve Ho, T. (2022). The adoption of sustainable supply chain management practices on performance and quality assurance of food companies. *Sustainable Futures, 5*, 1-11.

Lee, H., ve Billington, C. (1992). Mananging Supply Chain Inventory: Pitfallsand Opportunites. *Solan Management Review, Spring*, s. 65-73.

Moshood, T., Nawanir, G., Mahmud, F., Sorooshian, S., ve Adeleke, A. (2021). Green and low carbon matters: A systematic review of the past, today, and future on sustainability supply chain management practices among manufacturing industry. *Cleaner Engineering and Technology, 4*, 1-15.

Neusel, L., ve Hirzel, S. (2022). Energy efficiency in cold supply chains of the food Sector: An exploration of conditions and perceptions. *Cleaner Logistics and Supply Chain, 5*, s. 1-13.

Njomane, L., ve Telukdarie, A. (2022). Impact of COVID-19 food supply chain: Comparing the use of IoT in three South African supermarkets. *Technology in Society, 71*, 1-10.

Nydick, R. L., ve Hill, R. P. (1992). Using the analytic hierarchy process to structure the supplier selection procedure. International Journal of Purchasing and Materials Management,. *International Journal of Purchasing and Materials Management, 28*(2), s. 31-36.

Öktem, B. (2019). Sürdürülebilirlik Raporlamasında Ölçüm Parametreleri KPI'lar (Temel Performans Göstergeleri): Bankacılık Sektöründe Analiz. *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi, 11*(21), 247-263.

Özyağcı, N., ve Oral, E. Z. (2012). Lojistik Süreç Yönetimi ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS). *Denizcilik Fakultesi Dergisi, 4*(1), s. 39-54.

Pinna, C., Demartini, M., Tonelli, F., ve Terzi, S. (2018). How Soft Drink Supply Chains drive sustainability: Key Performance Indicators (KPIs) identification. *Procedia CIRP, 72*, s. 862-867.

Ramalho, T., ve Martins, M. (2022). Sustainable Human Resource Management in the Supply Chain: A new framework. *Cleaner Logistics and Supply Chain, 5*, 1-16.

Reddy, K., Rao, A., ve Krishnanand, L. (2019). A review on supply chain performance measurement systems. *Procedia Manufacturing, 30*, 40-47.

Saeed, M. A., ve Kersten, W. (2017). Supply chain sustainability performance indicators - a content analysis based on published standards and guidelines. *Journal Logistics Research, 10*(1), 1-19.

Sağlam, A., Taş, M., ve Akhan Baykan, N. (2020). Geri Dönüştürülebilir Atıkların Materyallerine Göre Sınıflandırılması için Raspberry Pi Tabanlı Donanım Geliştirilmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, Özel Sayı*, 30-38.

Şişman, B. (2015). Sürdürülebilir Tedarik Zinciri Yönetiminde Karbon Salınımının Sosyal Maliyetini Dikkate Alan Bir Model Önerisi: Bir Mermer İşletmesi Örneği. *Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 8*(4), s. 177-193.

Tanyaş, M. (2022, Aralık 12). *Tedarik Zinciri Yönetimi SCOR Eğitimi [PDF belgesi].* Aralık 2022 tarihinde https://blackboard.maltepe.edu.tr/ adresinden alındı

Torbacki, W., ve Kijewska, K. (2019). Identifying Key Performance Indicators to be used in Logistics 4.0 and Industry 4.0 for the needs of sustainable municipal logistics by means of the DEMATEL method. *Transportation Research Procedia, 39*, 534-543.

Tümenbatur, A. (2022). *Kentsel Tarım ve Kısa Gıda Tedarik Zincirleri.* İstanbul: Karahan Kitabevi.

Tümenbatur, A. (2022, Ocak 1). Sürdürülebilir Gıda Sistemleri Kapsamında Soğuk Zincir Lojistiğinin Değerlendirilmesi. *Neü Press, 2*(1), s. 35-47.

Uçal Sarı, İ., Çayır Ervural, B., ve Bozat, S. (2017). Sürdürülebilir tedarik zinciri yönetiminde DEMATEL yöntemiyle tedarikçi değerlendirme kriterlerinin incelenmesi ve sağlık sektöründe bir uygulama. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 23*(4), s. 477-485.

Umac, J., Gontarz, A., ve Stroud, I. (2015). Developing energy estimation model based on Sustainability KPI of Machine Tools. *Procedia CIRP, 26*, 217-222.

Weihrauch, D., Carodenuta, S., ve Leipold, S. (2023). From voluntary to mandatory corporate accountability:The politics of the German Supply Chain Due Diligence Act. *Regulation & Governance, 17*(4), s. 909-926.

Whispli. (2022). *German Supply Chain Due Diligence Act: New Standards and Obligations*. 2023 Temmuz tarihinde whispli: https://resources.whispli.com/blog/german-supply-chain-due-diligence-act-requirements adresinden alındı

Yerlikaya, Z., ve Onay Durdu, P. (2020). Web Sitesi Erişilebilirlik Değerlendirmesi: Bir Bariyer Gezinti Çalışması. *Sosyal Politika Çalışmaları Dergisi-Erişilebilirlik Özel Sayısı, 1*, s. 119-144.

Yılmaz, C., Atsan, B., ve Sarı, T. (2020). Tedarik Zinciri Süreçlerinin Ölçüm ve İyileştirilmesinde Bir SCOR Modeli Uygulaması. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi, 27*(3), 425-444.

EKLER

Ek 1: Görüşme Formları

	CO2 emisyonu	Atık Yönetimi	Su Kullanımı	Geri Dönüştürülen girdi oranı	Şirket Stratejisi	Enerji Yoğunluğu
CO2 emisyonu	1	3	3	1/3	5	3
Atık Yönetimi	1/3	1	1/3	1/7	1	1/5
Su Kullanımı	1/3	3	1	1/5	1	3
Geri Dönüştürülen girdi oranı	3	7	5	1	5	5
Şirket Stratejisi	1/5	1	1	1/5	1	1/5
Enerji Yoğunluğu	1/3	5	1/3	1/5	5	1

	CO2 emisyonu	Atık Yönetimi	Su Kullanımı	Geri Dönüştürülen girdi oranı	Şirket Stratejisi	Enerji Yoğunluğu
CO2 emisyonu	1	3	5	1/3	7	5
Atık Yönetimi	1/3	1	1	1/5	3	1/3
Su Kullanımı	1/5	1	1	1/3	1/3	1
Geri Dönüştürülen girdi oranı	3	5	3	1	7	5
Şirket Stratejisi	1/7	1/3	3	1/7	1	1/3
Enerji Yoğunluğu	1/5	3	1	1/5	3	1

	CO2 emisyonu	Atık Yönetimi	Su Kullanımı	Geri Dönüştürülen girdi oranı	Şirket Stratejisi	Enerji Yoğunluğu
CO2 emisyonu	1	5	1	1/7	5	3
Atık Yönetimi	1/5	1	1/3	1/6	5	1/5
Su Kullanımı	1	3	1	1/7	5	1/3
Geri Dönüştürülen girdi oranı	7	6	7	1	5	7
Şirket Stratejisi	1/5	1/5	1/5	1/5	1	1/5
Enerji Yoğunluğu	1/3	5	3	1/7	5	1

	CO2 emisyonu	Atık Yönetimi	Su Kullanımı	Geri Dönüştürülen girdi oranı	Şirket Stratejisi	Enerji Yoğunluğu
CO2 emisyonu	1	4	2	1/5	1	1/3
Atık Yönetimi	1/4	1	1/4	1/7	3	1/3
Su Kullanımı	1/2	4	1	1/5	1	1/4
Geri Dönüştürülen girdi oranı	5	7	5	1	7	5
Şirket Stratejisi	1	1/3	1	1/7	1	1/3
Enerji Yoğunluğu	3	3	4	1/5	3	1

	CO2 emisyonu	Atık Yönetimi	Su Kullanımı	Geri Dönüştürülen girdi oranı	Şirket Stratejisi	Enerji Yoğunluğu
CO2 emisyonu	1	1	3	1/7	5	1/3
Atık Yönetimi	1	1	1	1/5	1	1/4
Su Kullanımı	1/3	1	1	1/3	3	1/3
Geri Dönüştürülen girdi oranı	7	5	3	1	9	6
Şirket Stratejisi	1/5	1	1/3	1/9	1	1/5
Enerji Yoğunluğu	3	4	3	1/6	5	1

	CO2 emisyonu	Atık Yönetimi	Su Kullanımı	Geri Dönüştürülen girdi oranı	Şirket Stratejisi	Enerji Yoğunluğu
CO2 emisyonu	1	3	1	1/3	7	1/4
Atık Yönetimi	1/3	1	1/5	1/6	1/3	1/5
Su Kullanımı	1	5	1	1/2	4	1/4
Geri Dönüştürülen girdi oranı	3	6	2	1	5	4
Şirket Stratejisi	1/7	3	1/4	1/5	1	1/2
Enerji Yoğunluğu	4	5	4	1/4	2	1

	CO2 emisyonu	Atık Yönetimi	Su Kullanımı	Geri Dönüştürülen girdi oranı	Şirket Stratejisi	Enerji Yoğunluğu
CO2 emisyonu	1	4	2	1/6	5	1/3
Atık Yönetimi	1/4	1	1/3	1/7	1	1/3
Su Kullanımı	1/2	3	1	1/5	3	1/3
Geri Dönüştürülen girdi oranı	6	7	5	1	7	3
Şirket Stratejisi	1/5	1	1/3	1/7	1	1/5
Enerji Yoğunluğu	3	3	3	1/3	5	1

	CO2 emisyonu	Atık Yönetimi	Su Kullanımı	Geri Dönüştürülen girdi oranı	Şirket Stratejisi	Enerji Yoğunluğu
CO2 emisyonu	1	3	3	1/7	3	1/5
Atık Yönetimi	1/3	1	1	1/7	1	1/4
Su Kullanımı	1/3	1	1	1/4	4	1/3
Geri Dönüştürülen girdi oranı	7	7	4	1	5	3
Şirket Stratejisi	1/3	1	1/4	1/5	1	1/4
Enerji Yoğunluğu	5	4	3	1/3	4	1

Ek 2: Tutarlılık raporu

Step 2: Compute $\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{\text{ith entry in Mw}}{\text{ith entry in w}}$

		6,14871574
=	6,207	6,09577881
		6,08089398
		6,55309021
		6,10673186
		6,25823727

Step 3: Compute the consistency index (CI) as follows

$CI = \frac{(\text{Step 2 result}) - n}{n-1}$ = 0,04144826

Step 4: Compare CI to the random index (RI) for the appropriate value of n

n	RI
2	0,00
3	0,58
4	0,90
5	1,12
6	1,24
7	1,32
8	1,41
9	1,45
10	1,51

Note:

(1) If perfectly consistent DM, ith entry of Mw=n so would have CI=0
Values of RI give average value of CI if entries of M chosen at random, subject to the constraint that all diagonals entries =1 and mij=1/mji

(2) If CI/RI small, i.e., <0.10, degree of consistency is satisfactory
If CI/RI small, i.e., >0.10, serious inconsistencies may exist and AHP analysis may not yield meaningful results. In this case may need to go back and recompute M.

(3) In our example, CI/RI= 0,033426

Ek3: Geometrik Ortalama

	K1	**K2**	**K3**	**K4**	**K5**	**K6**
	CO2 emisyonu	**Atık Yönetimi**	**Su Kullanımı**	**Geri Dönüştürülen girdi oranı**	**Şirket Stratejisi**	**Enerji Yoğunluğu**
CO2 emisyonu	**K1K1**	**K1K2**	**K1K3**	**K1K4**	**K1K5**	**K1K6**
Atık Yönetimi	**K2K1**	**K2K2**	**K2K3**	**K2K4**	**K2K5**	**K2K6**
Su Kullanımı	**K3K1**	**K3K2**	**K3K3**	**K3K4**	**K3K5**	**K3K6**
Geri Dönüştürülen girdi oranı	**K4K1**	**K4K2**	**K4K3**	**K4K4**	**K4K5**	**K4K6**
Şirket Stratejisi	**K5K1**	**K5K2**	**K5K3**	**K5K4**	**K5K5**	**K5K6**
Enerji Yoğunluğu	**K6K1**	**K6K2**	**K6K3**	**K6K4**	**K6K5**	**K6K6**

	K1K1	K1K2	K1K3	K1K4	K1K5	K1K6	K2K1	K2K2	K2K3	K2K4	K2K5	K2K6	K3K1	K3K2	K3K3	K3K4	K3K5	K3K6	K4K1	K4K2	K4K3	K4K4	K4K5	K4K6	K5K1	K5K2	K5K3	K5K4	K5K5	K5K6	K6K1	K6K2	K6K3	K6K4	K6K5	K6K6
Ali	1	3	3	0,3333	5	3	0,3333	1	0,3333	0,1429	1	0,2	0,3333	3	1	0,2	1	3	3	7	5	1	5	5	0,2	1	1	0,2	1	0,2	0,3333	5	0,3333	0,2	5	1
Selim	1	3	5	0,3333	7	5	0,3333	1	1	0,2	3	0,3333	0,2	1	1	0,3333	0,3333	1	3	5	3	1	7	5	0,1429	0,3333	3	0,1429	1	0,3333	0,2	3	1	0,2	3	1
Mert	1	5	1	0,1429	5	3	0,2	1	0,3333	0,1667	5	0,2	1	3	1	0,1429	5	0,3333	7	6	7	1	5	7	0,2	0,2	0,2	0,2	1	0,2	0,3333	5	3	0,1429	5	1
Aydın	1	4	2	0,2	1	0,3333	0,25	1	0,25	0,1429	3	0,3333	0,5	4	1	0,2	1	0,25	5	7	5	1	7	5	1	0,3333	1	0,1429	1	0,3333	3	3	4	0,2	3	1
Nermin	1	1	3	0,1429	5	0,3333	1	1	1	0,2	1	0,25	0,3333	1	1	0,3333	3	0,3333	7	5	3	1	9	6	0,2	1	0,3333	0,1111	1	0,2	3	4	3	0,1667	5	1
Petek	1	3	1	0,3333	7	0,25	0,3333	1	0,2	0,1667	0,3333	0,2	1	5	1	0,5	4	0,25	3	6	2	1	5	4	0,1429	3	0,25	0,2	1	0,5	4	5	4	0,25	2	1
Başak	1	4	2	0,1667	5	0,3333	0,25	1	0,3333	0,1429	1	0,3333	0,5	3	1	0,2	3	0,3333	6	7	5	1	7	3	0,2	1	0,3333	0,1429	1	0,2	3	3	3	0,3333	5	1
Cem	1	3	3	0,1429	3	0,2	0,3333	1	1	0,1429	1	0,25	0,3333	1	1	0,25	4	0,3333	7	7	4	1	5	3	0,3333	1	0,25	0,2	1	0,25	5	4	3	0,3333	4	1
Geometrik ortalama	1,00	3,00	2,20	0,21	4,17	0,73	0,33	1,00	0,46	0,16	1,40	0,26	0,46	2,20	1,00	0,25	1,98	0,47	4,79	6,19	3,98	1,00	6,10	4,57	0,24	0,71	0,50	0,16	1,00	0,26	1,36	3,90	2,14	0,22	3,82	1,00

ÖZ GEÇMİŞ

Eda OKTAY

Eğitim

Derece	Yıl	Üniversite, Enstitü, Anabilim/Anasanat Dalı
Doktora	2023	Maltepe Üniversitesi, Lojistik ve Tedarik Zinciri Yönetimi
Yüksek Lisans	2002	Bahçeşehir Üniversitesi, Lojistik ve Tedarik Yönetimi
Lisans	2003	Hacettepe Üniversitesi, İşletme (İng.)

İş/İstihdam (Varsa)

Yıl	Kurum	Görev
2021-	Ülker	CEO Office Proje Direktörü
2017-2021	Ülker	Global Tedarik Zinciri Direktörü
2008-2017	Medtronic	Tedarik Zinciri Direktörü
2005-2008	Colgate Palmolive	Planlama ve Lojistik Lideri

Alınan Burs ve Ödüller

Yıl	Burs/Ödül
2017	3. Türkiye'nin En Etkili Tedarik Zinciri Profesyoneli

Yayınlar ve Diğer Bilimsel/Sanatsal Faaliyetler

2021	Eda Oktay,
	Lojistik Dergisi – LODER Resmi yayın organı

Makale-

Sağlık Sektöründe Tedarik Zincirinin Artan Önemi ve Entegre Sağlık Çözümleri