

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**YEŞİL LOJİSTİK UYGULAMALARININ SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK
PERFORMANSINA ETKİLERİNİN İNCELENMESİ:
LOJİSTİK SEKTÖRÜ UYGULAMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İmge Benay SIVUK

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Mühendislik Yönetimi Programı

HAZİRAN 2024

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**YEŞİL LOJİSTİK UYGULAMALARININ SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK
PERFORMANSINA ETKİLERİNİN İNCELENMESİ:
LOJİSTİK SEKTÖRÜ UYGULAMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**İmge Benay SIVUK
(507201201)**

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Mühendislik Yönetimi Programı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ayberk SOYER

HAZİRAN 2024

ISTANBUL TECHNICAL UNIVERSITY ★ GRADUATE SCHOOL

**EXAMINING THE EFFECTS OF GREEN LOGISTICS PRACTICES ON
SUSTAINABILITY PERFORMANCE:
LOGISTICS INDUSTRY APPLICATION**

M.Sc. THESIS

**İmge Benay SIVUK
(507201201)**

Department of Industrial Engineering

Engineering Management Programme

Thesis Advisor: Doç. Dr. Ayberk SOYER

JUNE 2024

İTÜ, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün 507201201 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi İmge Benay SİVUK, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “YEŞİL LOJİSTİK UYGULAMALARININ SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK PERFORMANSINA ETKİLERİNİN İNCELENMESİ: LOJİSTİK SEKTÖRÜ UYGULAMASI” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Ayberk SOYER**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Dr. Öğr. Üyesi Cafer Erhan BOZDAĞ**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Güneş KÜÇÜKYAZICI
İstanbul Topkapı Üniversitesi

Teslim Tarihi : **22 Mayıs 2024**

Savunma Tarihi : **10 Haziran 2024**





Anneme,



ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında, yeşil lojistik uygulamalarının sürdürülebilirlik performansına etkilerinin ölçülmesi amaçlanmaktadır.

Çalışmanın yürütülmesi boyunca bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, bütün aşamalarında beni destekleyen ve yönlendiren değerli danışman hocam Doç. Dr. Ayberk SOYER'e sonsuz teşekkürlerimi ve saygılarımı sunarım.

Ayrıca, bütün hayatım boyunca her kararımı destekleyip yanımda olan ve bana moral veren annem Süreyya SİVUK'a, babam Ertan SİVUK'a ve ağabeyim Gencay SİVUK'a sonsuz şükranlarımı sunarım.

Son olarak, yüksek lisans eğitimimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan yol arkadaşım Emre DÖNMEZ'e teşekkürü bir borç bilirim.

Mayıs 2024

İmge Benay SİVUK
Endüstri Mühendisi



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR.....	xi
SEMBOLLER	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xv
ŞEKİL LİSTESİ.....	xvii
ÖZET	xix
SUMMARY	xxi
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı	6
2. TEORİK ALTYAPI.....	9
2.1 Yeşil Lojistik	9
2.2 Yeşil Lojistik Uygulamaları	10
2.2.1 Alternatif enerji ve araç teknolojileri	11
2.2.2 Modal geçiş	11
2.2.3 Eko-sürüş	12
2.2.4 Tersine lojistik.....	13
2.2.5 Yeşil ambalajlama.....	13
2.2.6 Araç rotalama	14
2.2.7 Yeşil yönetim	15
2.3 Sürdürülebilirlik Yönetimi	20
2.3.1 Sürdürülebilirlik	20
2.3.2 Sürdürülebilirlik boyutları.....	21
2.3.3 Sürdürülebilirlik performansı.....	22
2.4 Yeşil Lojistik Uygulamalarının Sürdürülebilirlik Performansı ile İlişkisi.....	25
2.4.1 Araç ve yakıt uygulamaları ve sürdürülebilirlik performansı	30
2.4.2 Taşımacılık uygulamaları ve sürdürülebilirlik performansı.....	31
2.4.3 Paketleme uygulamaları ve sürdürülebilirlik performansı.....	31
2.4.4 Atık yönetimi uygulamaları ve sürdürülebilirlik performansı	32
2.4.5 Depolama uygulamaları ve sürdürülebilirlik performansı	33
2.4.6 Şirket içi uygulamaları ve sürdürülebilirlik performansı	33
2.4.7 Şirket dışı uygulamaları ve sürdürülebilirlik performansı	34
3. METODOLOJİ	37
3.1 Adım 1: Yeşil Lojistik Uygulamalarının Belirlenmesi	38
3.2 Adım 2: Yeşil Lojistik Uygulamalarının Gruplandırılması	38
3.3 Adım 3: Hiyerarşik Yapı Oluşturulması	40
3.4 Adım 4: Kullanılacak Yöntemin Belirlenmesi	40
3.5 Adım 5: FUCOM Yönteminin Uygulanması	41
3.5.1 Adım 5.1: Kriterlerin/Seçeneklerin sıralanması.....	42
3.5.2 Adım 5.2: Kriterlerin/Seçeneklerin önemlerinin belirlenmesi.....	42
3.5.3 Adım 5.3: Ağırlık katsayılarının nihai değerlerinin bulunması	42
4. UYGULAMA.....	45

4.1 Veri Toplanması	45
4.2 FUCOM Yönteminin Uygulanması	47
4.2.1 Adım 1: Birinci seviye yeşil lojistik uygulama kategori ağırlıklarının hesaplanması	47
4.2.1.1 Yeşil lojistik uygulama kategorilerinin sıralanması	47
4.2.1.2 Yeşil lojistik uygulama kategorilerinin karşılaştırmalı öncelik değerlerinin belirlenmesi	48
4.2.1.3 Yeşil lojistik uygulama kategorilerinin ağırlıklarının hesaplanması ..	49
4.2.1.4 Yeşil lojistik uygulama kategorileri için hesaplanan ağırlıkların birleştirilmesi	52
4.2.2 Adım 2: İkinci seviye yeşil lojistik uygulama ağırlıklarının hesaplanması	52
4.2.2.1 Yeşil lojistik uygulamalarının sıralanması	54
4.2.2.2 Yeşil lojistik uygulamalarının karşılaştırmalı öncelik değerlerinin belirlenmesi	55
4.2.2.3 Yeşil lojistik uygulamalarının ağırlıklarının hesaplanması	57
4.2.2.4 Yeşil lojistik uygulamaları için hesaplanan ağırlıkların birleştirilmesi	60
4.2.3 Yeşil lojistik uygulamaları için nihai ağırlıkların hesaplanması	62
4.3 İncelenen Firmanın Sürdürülebilirlik Performansının Ölçülmesi	63
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	69
KAYNAKLAR	73
ÖZGEÇMİŞ	87

KISALTMALAR

AHP	: Analytical Hierarchy Process
BWM	: Best-Worst Method
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme
DEMATEL	: Decision Making Trial and Evaluation Laboratory
DMC	: Deviation from Maximum Consistency
FUCOM	: Full Consistency Method
LPE	: Lojistik Performans Endeksi
SKH	: Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri
UPS	: United Parcel Service
YL	: Yeşil Lojistik
YİKY	: Yeşil İnsan Kaynakları Yönetimi
YLU	: Yeşil Lojistik Uygulamaları
YLUK	: Yeşil Lojistik Uygulama Kategorileri
YLY	: Yeşil Lojistik Yönetimi
YTZY	: Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi



SEMBOLLER

C	: Önceden belirlenmiş kriter/seçenek kümesi
Φ	: Kriter/Seçeneklerin karşılaştırmalı öncelikleri
w_n	: Kriter/Seçeneklerin ağırlık katsayıları
χ	: Maksimum tutarlılıktan sapma değeri





ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Yeşil lojistik uygulamaları ve kategorileri	17
Çizelge 2.2 : Yeşil lojistik uygulamalarının sürdürülebilirlik boyutlarına katkıları..	27
Çizelge 3.1 : Çalışma kapsamında incelenen yeşil lojistik uygulamaları.....	39
Çizelge 4.1 : Karşılaştırmalar için kullanılan göreceli önem ölçeği	46
Çizelge 4.2 : Yeşil lojistik uygulama kategorileri	47
Çizelge 4.3 : Yeşil lojistik uygulama kategorilerinin sıralamaları	48
Çizelge 4.4 : Yeşil lojistik uygulama kategorilerinin karşılaştırmalı öncelik değerleri	48
Çizelge 4.5 : Yeşil lojistik uygulama kategorilerinin ağırlık değerleri	51
Çizelge 4.6 : Yeşil lojistik uygulama kategorilerinin ağırlık değerleri	52
Çizelge 4.7 : Yeşil lojistik uygulamaları	53
Çizelge 4.8 : Yeşil lojistik uygulama sıralamaları.....	54
Çizelge 4.9 : Yeşil lojistik uygulamalarının karşılaştırmalı öncelik değerleri	56
Çizelge 4.10 : Yeşil lojistik uygulamalarının ağırlık değerleri.....	60
Çizelge 4.11 : Yeşil lojistik uygulamalarının ağırlık değerleri.....	61
Çizelge 4.12 : Yeşil lojistik uygulamaları için hesaplanan nihai ağırlıklar ve sıralamalar	62
Çizelge 4.13 : Sürdürülebilirlik performansı değerlendirme için kullanılan değerlendirme ölçeği	64
Çizelge 4.14 : Firmanın sürdürülebilirlik performans değerlendirme sonuçları	65



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1 : Metodoloji adımları	37
Şekil 3.2 : Yeşil lojistik uygulamalarına ilişkin hiyerarşik yapı.....	40
Şekil 4.1 : KV1 için yeşil lojistik uygulama kategorilerinin ağırlıklarının hesabı	51
Şekil 4.2 : KV1 için yeşil lojistik uygulamalarının ağırlıklarının hesabı	59
Şekil 4.3 : Sürdürülebilirlik performans değerlendirmesi veri giriş anket dosyası ...	64
Şekil 4.4 : Lojistik firmasının YLU'larla ilgili önem-performans matrisi	66



**YEŞİL LOJİSTİK UYGULAMALARININ SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK
PERFORMANSINA ETKİLERİNİN İNCELENMESİ:
LOJİSTİK SEKTÖRÜ UYGULAMASI**

ÖZET

Küresel ısınmanın globalleşen dünyada önemli bir tehlike olarak fark edilmesi ve son yıllarda küresel ısınmayı arttıran etmenlerin artması, çeşitli çevrelerce sürdürülebilir aksiyonlar almanın gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu aksiyonların en önemli uygulama alanlarından biri tedarik zinciridir. Zira tedarik zincirinde gerçekleşen her faaliyet, bulunduğu ekosistemi çeşitli yönlerden olumlu ve olumsuz olarak etkileme potansiyeline sahiptir ve tedarik zincirinde faaliyet gösteren firmalarda gerçekleştirilecek yeşil uygulamalar, olası olumsuz etkilerin azaltılmasına önemli katkılar sağlayacaktır. Lojistik firmaları, yeşil yönetim kapsamında gerçekleştirilecek yeşil lojistik uygulamaları ile sürdürülebilirlik performanslarını artırarak çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirliğe katkıda bulunabileceklerdir. Bu bağlamda, son yıllarda artan enerji tüketimi ve emisyon oranları sebebiyle, tedarik zincirinin temel bir parçası olan lojistik faaliyetleri ile ilgili hükümetlerin ve toplumun artan sürdürülebilirlik kaygıları göz önüne alındığında, lojistik firmalarının yeşil lojistik yönetimini benimsemeleri oldukça kritik öneme sahiptir. Söz konusu firmalar jeopolitik konumlarını ve iş hacimlerini dikkate alarak lojistik operasyonlarını yeşil standartlara uygun şekilde yönetmelidir. Zira Türkiye’de jeopolitik konumdan hareketle birçok lojistik operasyonu bulunmaktadır ve bu operasyonlar çevreye zarar verme potansiyeline sahiptir ve sürdürülebilirliği tehdit etmektedir. Bu görüşten hareketle bu çalışmada, yeşil lojistik yönetimini benimseyen Türkiye merkezli bir lojistik firması ele alınarak, firmanın operasyonlarında gerçekleştirilen yeşil lojistik uygulamalarının sürdürülebilirlik performansına olan katkılarının değerlendirilmesi ve söz konusu uygulamaların sürdürülebilirliğin alt boyutları (çevresel, ekonomik ve sosyal) da göz önünde bulundurularak önceliklendirilmesi amaçlanmaktadır. Bu amacı gerçekleştirmek için öncelikle literatür araştırmasına ve uzman görüşlerine başvurulması sonucunda sürdürülebilirlik performansına etki eden 36 yeşil lojistik uygulaması belirlenmiş, söz konusu uygulamalar yedi farklı grup altında kategorize edilmiştir. Yeşil lojistik uygulamalarının sürdürülebilirlik performansına etkilerinin incelenmesi için Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden biri olan ve daha az sayıda ikili karşılaştırma yapılmasını gerektirmesi dolayısıyla daha tutarlı sonuçlar elde edilmesini sağlayan Tam Tutarlılık Yönteminin (FUCOM) kullanılmasına karar verilmiştir. Yöntemin uygulanması için Türkiye’de faaliyet gösteren bir lojistik firmasında çalışan dört uzman belirlenerek, bu uzmanların görüşlerine başvurulmuştur. Uzmanlar ile iki aşamalı bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada uzmanlar yeşil lojistik uygulama kategorilerini; ikinci aşamada ise yeşil lojistik uygulamalarını sürdürülebilirlik performansına etkileri açısından en önemliden en az önemliye doğru sıralayıp, karşılaştırmalı önem derecelerini belirlemişlerdir. Sonrasında FUCOM yöntemi kapsamında iki aşama için iki seviyeli bir hesaplama yapıp, yeşil lojistik uygulama kategorilerinin ve yeşil lojistik uygulamalarının ağırlıkları belirlenmiştir. Bu ağırlıklar belirlenirken her uzman için belirlenen ağırlıklar aritmetik ortalama kullanılarak birleştirilmiştir. Birinci seviye ağırlık hesaplanmalarına istinaden, en önemli yeşil lojistik uygulama kategorileri ‘Taşımacılık Uygulamaları’ ve ‘Araç ve Yakıt Uygulamaları’ olarak belirlenmiştir.

Sonrasında yeşil lojistik uygulamaları için nihai ağırlıklar birinci ve ikinci seviyedeki ağırlıklar çarpılarak hesaplanmıştır. Devamında en yüksek ağırlığa sahip olan uygulamadan başlanarak bu yeşil lojistik uygulamaları ağırlığa göre sıralanmıştır ve öncelik sıraları belirlenmiştir. Buna göre en yüksek ağırlık derecesine sahip olan ve birinci sırada bulunan yeşil lojistik uygulamasının ‘Daha düşük enerjili ulaşım modlarının kullanılması (intermodal, multimodal ve kombine taşımacılık’ olduğuna ulaşılmıştır. Bu uygulamayı sıralı olarak ‘Seyahat mesafelerini en aza indirecek yönlendirme sistemlerinin kullanılması (araç rotalama uygulamaları)’ ve ‘daha az emisyonu neden olan alternatif enerji/yakıt kaynaklarının ve araçların kullanılması (biyoyakıt, elektrikli, hibrit, vb.)’ uygulamaları takip etmektedir. Ek olarak, sürdürülebilirlik performansına en az katkı sağlayan yeşil lojistik uygulamalarının ‘Müşteri, tedarikçi, taşıeron ve üçüncü parti lojistik servis sağlayıcılara yeşil lojistik uygulamaları ve sürdürülebilirlik hakkında eğitimler verilmesi’ ve ‘Müşteri, tedarikçi, taşıeron ve üçüncü parti lojistik servis sağlayıcılarla çevre yönetimi konusunda iş birliği yapılması’ olduğu da belirtilmiştir. Yeşil lojistik uygulamalarının ağırlıklarının belirlenmesinin ardından, incelenen lojistik firmasının yeşil lojistik uygulamalarına ilişkin başarı düzeyleri dikkate alınarak, firmanın sürdürülebilirlik performansı değerlendirilmiştir. Sonuç ve Öneriler bölümünde ise uygulama sonucunda, sürdürülebilirlik performansına en fazla ve en az katkı sağladığı belirlenen yeşil lojistik uygulamaları, sürdürülebilirlik alt boyutları dikkate alınarak yorumlanmış, uygulamanın gerçekleştirildiği lojistik firmasının sürdürülebilirlik performansının artırabilmesi için yeşil lojistik uygulamaları ile ilgili geliştirme önerileri ve son olarak gelecek çalışmalar için öneriler sunulmuştur.

**EXAMINING THE EFFECTS OF GREEN LOGISTICS PRACTICES ON
SUSTAINABILITY PERFORMANCE:
LOGISTICS INDUSTRY APPLICATION**

SUMMARY

The recognition of global warming as a significant threat in an increasingly globalized world, along with the increasing factors contributing to global warming in recent years, underscores the necessity for taking sustainable actions by various sectors. One of the most important areas for implementing these actions is the supply chain. Indeed, every activity occurring within the supply chain has the potential to impact the ecosystem in various ways, both positively and negatively. Implementing green practices within companies operating in the supply chain will contribute significantly to reducing potential adverse effects. As an operation within the supply chain, logistics activities have various adverse effects on the environment, including factors such as increased emissions, noise pollution, and excessive resource utilization. Furthermore, excessive resource utilization also adversely affects economic growth. The adverse effects also pose a threat to public health. Considering the negative impacts of the mentioned damages, it is crucial for logistics companies to enhance their sustainability performance. Logistics companies can enhance their sustainability performance by implementing green logistics practices within the scope of green management, thereby contributing to environmental, economic, and social sustainability. In this context, given the increasing energy consumption and emission rates in recent years, governments' and societies' growing concerns about sustainability regarding logistics activities, which are a fundamental part of the supply chain, make it critically important for logistics companies to embrace green logistics management. The companies in question should manage their logistics operations in accordance with green standards, taking into consideration their geopolitical positions and business volumes. Turkey, for instance, hosts numerous logistics operations due to its geopolitical position, and these operations have the potential to cause environmental harm, threatening sustainability. Therefore, based on this perspective, this study aims to evaluate the contributions of green logistics practices implemented in the operations of a Turkey-based logistics company to its sustainability performance. It also aims to prioritize these practices, taking into account the sub-dimensions of sustainability (environmental, economic, and social). In order to achieve this aim, firstly, 36 green logistics practices that affect sustainability performance were identified as a result of a literature review, and these practices were categorized under seven different groups. Also, relationships between each green logistics practices and sustainability performance were also researched during the literature review, to understand the main values when considering sustainability performance on the account of green logistics practices. After that, considering the purpose of the research, a hierarchical structure had been developed for the green logistics practices and sustainability performance. Later on, it was decided to use the Full Consistency Method (FUCOM), which is one of the Multi-Criteria Decision-Making methods, for examining the impacts of green logistics practices on sustainability performance. FUCOM is preferred due to its requirement of fewer pairwise comparisons, resulting in more consistent outcomes. In order to implementing the selected method, expert opinions were required. So that, a Turkey based logistics company were selected. The selected company was founded in

Turkey in 1990 and conducts its operations across 11 countries, with a primary focus on Turkey. Its services are rendered through a variety of transportation models including road, sea, air, railway, intermodal, and national distribution. The company has adopted green logistics as the cornerstone of its operations to implement environmentally friendly logistics practices. Furthermore, the company strategically positions sustainability as a core component among its main values and objectives, integrating green logistics and sustainability principles into its operations. The method was implemented by consulting with four experts employed at the selected logistics company. These experts work in the company's departments of 'Sustainability Strategies,' 'Climate Change Adaptation – Corporate Sustainability,' and 'Road Transportation.' Their industry experience ranges from 8 to 14 years. A two-level study was conducted with the experts. At the first level, each expert ranked the green logistics practice categories from the most important to least important in terms of their impact on sustainability performance. Following that, each expert also performed a comparison of the previously ranked green logistics practice categories. This comparison was made by using the 9-point significance scale (1: equally important- 9: absolutely more important). The experts compared the most important green logistics practice category with the rest of the categories by using the scale. After that, the weights of each category were calculated by using the FUCOM. At the end of the first level, calculated category weights for each expert were combined by taking their arithmetic mean. Based on the first level weight calculations, the most important green logistics practice categories were determined as 'Transportation Practices' with the highest weight value (0.428) and 'Vehicle and Fuel Practices' with the second highest weight value (0.174). At the second level, each expert ranked the green logistics practices by considering its categories from the most important to least important in terms of their impact on sustainability performance. Following that, each expert also performed a comparison of the previously ranked green logistics practices. The experts compared the most important green logistics practice with the rest of the practices by using the 9-point significance scale. After that, the weights of each practice were calculated by using the FUCOM. At the end of the second stage, calculated practice weights for each expert combined by taking their arithmetic mean. To have the final weights of the green logistics practices, another calculation was made. In this stage, final weights for green logistics practices were calculated by multiplying the first and second level weights. In other words, each green logistics practice's weights were multiplied with its category weight to obtain the final weights. Subsequently, these green logistics practices were ranked by weight, starting from the practice with the highest weight, and their priority order was determined. Accordingly, it was found that the green logistics practice that has the highest weight and ranks first is 'Use of lower energy transportation modes (intermodal, multimodal and combined transportation)' with the highest final weight value (0.1421). This practice is followed by 'Use of guidance systems that will minimize travel distances (vehicle routing applications)' with the second highest final weight value (0.12027) and 'Use of alternative energy/fuel sources and vehicles that cause less emissions (biofuel, electric, hybrid, etc.)' with the third highest final weight value (0.07238). In addition, green logistics practices that contribute least to sustainability performance are 'providing training to customers, suppliers, subcontractors, and third-party logistics service providers about green logistics practices and sustainability' with a final weight value of 0.004 and 'collaboration with customers, suppliers, subcontractors and third-party logistics service providers on environmental management' with a 0.0042 final weight value. After determining the weights of green logistics practices, the sustainability

performance of the examined logistics company was evaluated by considering the success level of green logistics practices. In this context, firstly, the experts evaluated the success levels of their companies' green logistics practices. Then by taking the arithmetic mean of these assessments and by multiplying these mean values with the importance weights of the relevant green logistic practices company's total sustainability performance was calculated. The resulting sustainability performance score of the company was 76.35 over 100 points.

In the Conclusion and Recommendations section, by considering the sub-dimensions of sustainability, the green logistic practices that contribute to sustainability are interpreted, and suggestions for future studies are presented. In the Conclusion and Recommendations section, the green logistics practices that were determined to contribute the most and least to sustainability performance as a result of the application were interpreted by considering the sustainability sub-dimensions; improvement suggestions regarding the green logistics practices for increasing the sustainability performance of the relevant logistics company, and for future study suggestions were presented. For future studies, it was recommended to consider more than one logistics company in Turkey and to get the opinions of more experts; also, to discuss more comprehensively the relationship between green logistics practices and sustainability performance. Additionally, to prioritize green logistic practices, different Multi-Criteria Decision-Making methods can be used for comparison purposes. Based on the studies to be carried out considering such suggestions, the sustainability performance of the logistics sector in Turkey can also be measured in future studies.



1. GİRİŞ

Küresel ısınmanın globalleşen dünyada önemli bir tehlike olarak fark edilmesi, çeşitli çevrelerce sürdürülebilir aksiyonlar almanın gerekliliğini ortaya koymaktadır. Son yıllarda küresel ısınmayı arttırıcı etmenler oldukça artmıştır. Örneğin, COVID-19 salgını, sağlık hizmetleriyle ilgili atıklarda büyük artışlara yol açarak katı atığın çevresel etkisini şiddetlendirmiştir (World Health Organization, 2022). Bu gibi olumsuz çevresel etkiler, iklim değişikliğine yol açarak, küresel çevre sorunlarını gün geçtikçe insanlığı tehdit edecek boyutlara ulaşmasına öncülük etmiştir. Küresel çevre sorunlarına katkıda bulunduğu söylenebilecek çeşitli süreçler arasında kirlilik, küresel ısınma, ozon tabakasının incilmesi, asit yağmuru, doğal kaynakların tükenmesi, aşırı nüfus, atık bertarafı, ormansızlaşma ve biyolojik çeşitliliğin kaybı sayılabilir (R. L. Singh & Singh, 2017).

Gün geçtikçe artan nüfus yoğunluğu da bu tehlikeleri daha çok arttırmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü'nün 2002 yılında yayınladığı rapordan hareketle, son 30 yılda sıcaklık artışına bağlı hastalıklarda halihazırda en fazla artışı yaşayan bölge ve popülasyonlar, aynı zamanda sera gazı salımı sonucunda gezegenin ısınmasına neden olmaktadır (World Health Organization, 2002). İnsanın yaşamı boyunca oluşturduğu karbon ayak izinin gittikçe artması, sera gazı emisyonlarını arttırıp, birçok çevresel soruna yol açmaktadır. Sera gazlarının birçoğu (CO_2 , CH_4 , N_2O , vb.) doğal olarak oluşmakla birlikte, bu gazların son 250 yılda atmosferik konsantrasyonlarındaki artış, özellikle sanayi devriminden sonra, büyük ölçüde insan faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır (Manning vd., 2007).

İklim değişikliği, kontrol edilmezse hem doğrudan hem de dolaylı olarak artan olumsuzluklara sebep olacaktır. Savunmasız bölgelerdeki sağlık sorunlarının artması, bulaşıcı hastalıkların ortaya çıkması, gıda verimi ve beslenmenin etkilenmesi, iklimle ilgili felaket risklerinin artması, ruh sağlığının bozulması, vb. etkiler bu olumsuzluklara örnek olarak verilebilir (McMichael & Lindgren, 2011). Bu gibi olumsuz sonuçlar göz önüne alındığında bireylerin, hükümetlerin ve şirketlerin bu

konuda gerekli önlemleri almasının hayati önem taşıdığı gerçeği net bir şekilde ortaya çıkmaktadır.

Groves (2019)'e göre, sürdürülebilirlik düşüncesinde, insanlık ve doğa arasındaki ilişkinin yeniden düşünülmesinin etkisiyle, geleceğin önemli olduğu duygusu ağırlık kazanmaktadır. Bu duygu zamanla gelecek nesillere iyi bir dünya bırakma merkezli bir kaygıya dönüşmüştür. Söz konusu kaygılardan yola çıkarak, her adımda sürdürülebilir ilkelerle davranmanın önemi gitgide artmaktadır. Son yirmi yılda, doğal kaynakların tükenmesi ve iklim değişikliği gibi çevresel sorunlar hem akademisyenlerin hem de profesyonellerin dikkatini daha çok çekmiş ve bu sorunlar, firmalar için paydaşlarının çevresel kaygılarını temel iş stratejilerinin bir parçası haline getirmenin teşvik edildiği yeni bir rekabet ortamının oluşmasına neden olmuştur (Laguir vd., 2021). İklim krizi ve buna istinaden oluşan sorunlar, insanların en önemli endişesi haline geldiğinden, kurumlar bu konularda eğitimlerini ve yaptırımlarını arttırıp, uygulamalarını daha sürdürülebilir yapacak adımlar atmaya, bu adımları en doğru şekilde atabilmek için stratejilerine uygun projeler üzerinde çalışmaya ve bunları belirli zaman aralıklarıyla oluşturulan raporlarla takip etmeye başlamışlardır. Ayrıca, kendi sürdürülebilirlik değerlendirmeleri ile stratejilerini geliştirmeyi hedeflemeye de başlamışlardır. Bu noktada gerek kamu gerek özel sektörde yer alan kuruluşlar, yıllık raporlar yayınlarak, sürdürülebilirlik performanslarını paydaşlarının bilgisine sunmaktadır.

Dünyayı tehdit eden küresel çevresel sorunlar ele alındığında, ülkeler bu konunun öneminin farkına varıp birlikte çalışmaya başlamışlardır. Uluslararası çevre anlaşmaları, 1970'lerden bu yana, çevreye zarar veren olumsuz uygulamaların yarattığı sorunların çözüm aracı olarak önem kazanmış ve 1970'leri takip eden otuz yılda, uluslararası çevre kuruluşlarının sayısı %170'ten fazla artarak yapılan anlaşma sayısı 464'e ulaşmıştır (Vollenweider, 2013). Bu çevre anlaşmalarından bir tanesi 1997 yılında kabul edilen Kyoto Protokolü'dür. Bu protokol 2005 yılında uygulanmaya başlanmıştır. Bu protokolün asıl amacı, sera gazı emisyonlarını azaltıp iklim değişikliği ile mücadele etmektir. 2016 yılı itibariyle bu protokolün 192 tarafı bulunmaktadır (Y. Kim vd., 2020). Bu gibi anlaşmalar ile hükümetler, çevresel olarak sorumlu olduklarını ve kendi ülkelerinde buna uygun olarak politikalar yürüteceklerini taahhüt etmektedirler. Bu bağlamda hükümetler, çevre vergilerini zorunlu kılmıştır. Çevre vergileri, fiyat mekanizmaları olarak sınıflandırılarak, ekonomik faaliyetlerden

kaynaklanan çevre sorunlarını azaltmak için tasarlanmıştır (Alvarez, 2019). Hükümetler bu çevre vergileriyle ülkelerini daha çevreci olması konusunda teşvik ederek, bu konuda yaptırımlar uygulamaktadır. Buna istinaden ülkedeki ekonomiye katkı sağlayan bütün işletmeler ekonomik olarak kalkınırken çevresel sürdürülebilirliğin önemine uygun olarak hareket etmeyi amaçlamışlardır. Örneğin Çin, ekonomik büyüme ile artan çevre kirliliğinin önüne geçmek için, 2060 yılına kadar karbon emisyonlarını nötrlemeyi taahhüt etmiştir. Özellikle gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde bulunan firmaların iş hacmi düşünüldüğünde, bu alandaki yaptırımlar büyük öneme sahiptir. Sürdürülebilirliğe yönelik kamu taahhütleri, kurumsal dünyada giderek daha yaygın hale geldiğinden, bu taahhütler genellikle bir şirketin ekonomik, çevresel ve sosyal alanlarda ilerleme kaydetmesini zorunlu kılan resmi politikalara yansımaktadır (Searcy & Buslovich, 2014).

Çevresel sürdürülebilirliğin arttırılmasında özellikle yerel yönetimler büyük rol üstlenmektedir. Çünkü bu yapılar atıkların ayrıştırılması ve bertaraf edilmesi, şehirleşme, ulaşım ve toprak kullanımı gibi konularda yetkiye sahiptir. Yerel yönetimler, örneğin enerji tasarruflu kamu binaları, geri dönüşüm hizmetleri, bisiklet ve yaya altyapısı veya arazi kullanım düzenlemeleri gibi en iyi uygulamaları kendileri uygulayabilir ve ek olarak politikalar, programlar, teşvikler ve düzenlemeler yoluyla, örneğin ayrılan açık alan, yağmur suyu drenaj ücretleri ve yenilenebilir enerji üretimi için teşvikler yoluyla özel sektör eylemlerini etkilerler (Laurian vd., 2017). Bu bağlamda gerek genel gerek yerel yönetimler sürdürülebilirlikle ilgili birçok konuda önemli kararlar alırken, bulundukları toplumun yapısını en iyi şekilde analiz edip, buna uygun sürdürülebilirliği arttırıcı düzenlemeler yapmaktadır. Bunların sonucu olarak da ülke ekonomilerine katkıda bulunan şirketler, daha yeşil olma yolunda baskılara maruz kalmaktadır.

Artan çevresel kaygılar ve firmalar arası rekabet unsurlarından dolayı son yıllarda sürdürülebilirlik kavramı çeşitli çevrelerce önem kazanmıştır. Tüketicilerin çevreye duyarlı ürünlere daha çok talep göstermeye başlamaları, şirketlerin ekonomik anlamda geri dönüştürülmüş ürünlerle maliyet azaltma gibi nedenlerden dolayı sürdürülebilirlik uygulamaları operasyonlara entegre edilmeye başlanmıştır. Sürdürülebilir bir şekilde değer yaratma eğilimi, doğal kaynaklara saygı gösterirken yüksek kaliteli performans elde etmeyi hedefleyen şirketlerin stratejilerinde önemli bir rol üstlenmiştir (Hristov & Chirico, 2019). Firmalar özellikle paydaşlarının çevresel kaygılarını azaltmak için

operasyonlarında sürdürülebilirliği arttırmak amacıyla birçok strateji geliştirmeye başlamıştır.

Sürdürülebilirlik kavram olarak çevresel, ekonomik, sosyal, vb. boyutlar altında incelenebilir. Şirketlerin, geleneksel maliyet minimizasyonu stratejilerine, ekonomik boyut dışında, sosyal ve çevresel boyutları da dikkate alan stratejileri entegre etmesi gerekmektedir (Vivas vd., 2019). Sürdürülebilirlik stratejilerini ısrarlı bir şekilde uygulayan ve iyileştiren firmalar, ilişkilerinin bulunduğu diğer firmalara da bu konuda öncülük edebilirler. Firmalar kendi iş modellerine göre sürdürülebilirlik boyutlarını da ele alarak sürdürülebilirlik performanslarını ölçme ve geliştirme yönünde çalışmalar yapmaktadırlar. Sürdürülebilirlik performansı; doğal kaynakların korunması, emisyon seviyeleri, çevresel faaliyetler ve girişimler, istihdam, iş sağlığı güvenliği, toplum ilişkileri, paydaşların katılımı ve ekonomik etkilerle bağlantılıdır (Adams vd., 2014). Tedarik zinciri yapısı, 1970'lerden itibaren, müşteri-tedarikçi ilişkilerinden etkilenmeye başlamış, 1980'lerde bu iki paydaş arasındaki karşılıklı güvenin etkisi önem kazanmış ve 1990'larda itibaren firmalar arasındaki stratejik iş birlikleri ve ortaklıklar ile müşteriler tarafından yönetilen farklı girişimlerin etkileri kendini göstermeye başlamıştır (Centobelli vd., 2018). Fakat son yıllara bakıldığında, çevresel olarak daha sürdürülebilir olmaya yönelik artan baskılara yanıt olarak, üretim kuruluşları geleneksel kâr odaklı yaklaşımdan hem ekonomik hem de ekolojik ihtiyaçların aynı anda merkezi iş hedefleri olarak takip edildiği daha dengeli bir yaklaşıma doğru ilerlemeye başlamıştır (Saeed vd., 2018). Bu bağlamda özellikle üretim sektöründeki firmalar, tedarik zincirlerini daha sürdürülebilir hale getirmek için Yeşil Tedarik Zinciri Yönetimi'ni (YTZY) benimsemeye başlamıştır. Tedarik zincirinin sürdürülebilirliği, yeşil tedarik zinciri uygulamalarıyla özdeşleşmiştir. Zincirdeki aktörler, sürecin en başından en sonuna kadar sürdürülebilirlik performansını arttırmak için çeşitli stratejiler uygulamaya başlamıştır. Bu stratejiler uygulanırken, firmanın bulunduğu sektörün özgün noktaları dikkate alınarak üst yönetim, paydaşlar, müşteriler, tedarikçiler ve diğer aktörler arasında dengeli bir politika izlenmelidir. Yeşil tedarik zinciri yönetimi performansının daha derinlemesine anlaşılması için yeşil lojistik (YL), yeşil üretim, yeşil tedarik gibi uygulamaların önemi büyüktür (A. Singh & Trivedi, 2016).

Doherty vd. (2009)'nin Dünya Ekonomi Forumu kapsamında hazırladıkları rapora göre, insanlığın yıllık 50.000 mega ton CO₂ sera gazı emisyonunun yaklaşık 2.800

mega tonu lojistik ve nakliye faaliyetlerine tahsis edilebilir. Buna istinaden tedarik zincirindeki lojistik süreçleri oldukça büyük bir öneme sahiptir. Ayrıca, tedarik zincirindeki lojistik aktivitelerinin enerji tüketimi ve emisyonlar üzerindeki olumsuz etkisi gün geçtikçe artmaktadır. Rosi & Obrecht (2023)' e göre küresel lojistik endüstrisi, son zamanlarda çevre koruma, sosyal zorluklar, daha iyi iş birliği ve tedarik kesintilerini sürdürülebilir bir şekilde yönetmede yeni zorluklarla birlikte, yeni altyapı geliştirme, yeni teknoloji benimseme, yüksek enerji tüketimi ve siyasi kutuplaşma ile karşı karşıyadır. Ayrıca, Vienažindienė vd. (2021)'e göre, lojistik sektörünün giderek katı çevresel gerekliliklerle karşı karşıya kalmasının iki nedeni vardır: (i) son yıllarda yük taşımacılığı hizmetlerinin büyümesinin trafik sıkışıklığı, güvenlik ve çevre kirliliği üzerinde önemli bir etkisinin olması ve (ii) büyüyen ülkelerdeki sürdürülebilir lojistik hizmetlerine olan ihtiyacın artması. Bu tehlikeler göz önüne alındığında, kuruluşlar stratejik planlamalarında daha sürdürülebilir lojistik çözümlerine yer vermeye önem göstermeye başlamışlardır. Buna istinaden YTZY'nin bir bölümü olan YL, sürdürülebilirlik alanında da önemli bir etkiye sahiptir. Dünya çapında lojistik sektöründeki operasyonel artış düşünüldüğünde, bu lojistik aktivitelerinin çevreye zararı gün geçtikçe artmaya başlamaktadır ve şirketler daha sürdürülebilir stratejiler izleyerek Yeşil Lojistik Yönetimi'ni (YLY) benimsemeye başlamıştır.

Özellikle Türkiye'nin jeopolitik konumu dolayısıyla ülkede var olan lojistik aktivitelerinin neden olabileceği çevresel tahribat düşünüldüğünde, özellikle Türk şirketleri, bu Yeşil Lojistik Uygulamaları'nın (YLU) yüksek sürdürülebilirlik performansı ile yönetilmesi gerektiğinin farkına varmaktadır. Ayrıca, YLU, sadece araçların yol açtığı hava kirliliği olarak değil, bütün yönleriyle ele alınıp uygulanmalıdır. Enerji ile ilgili küresel sera gazı emisyonlarının dörtte birine yakını taşıma sektörü tarafından üretilmekte ve bu emisyonların önümüzdeki yıllarda önemli ölçüde artarak iklim değişikliğini daha da şiddetlendireceği tahmin edilmektedir (United Nations, 2021). Bu yüzden YLU'nun bir bütün olarak ele alınması, şirketlerin sürdürülebilirlik performanslarını arttırması açısından büyük öneme sahiptir. Ayrıca, YLY, şirketlerin çevresel ve operasyonel performanslarını olumlu yönde etkilemektedir (Lai & Wong, 2012).

Lojistik şirketleri son yıllarda ürünleri müşterilere çevreye duyarlı yollarla ulaştırmayı hedeflemeye başlamışlardır ve bunun için yeşil lojistik yönetimini stratejik planlarına dahil etmeye başlamışlardır. YLY'nin öncüsü elbette ki öncelikli olarak lojistik hizmet sağlayan şirketlerdir. Bu şirketler tedarik zincirinde önemli bir role sahip olduğundan,

izledikleri çevreye duyarlı politikalarla, zincirdeki diğer aktörleri bu konuda etkileyebilirler. Ayrıca, gün geçtikçe artan çevresel duyarlılık sayesinde lojistik firma seçimlerinde yeşil kararlar alınacağından, operasyonlarına yeşil kriterleri entegre eden lojistik şirketleri daha çok avantaj kazanması kaçınılmazdır. Bu gibi nedenlerden dolayı lojistik şirketleri gün geçtikçe çevreye daha duyarlı operasyonlar yürütmeyi amaçlamaktadırlar. Örneğin, küresel bir lojistik hizmet sağlayıcısı olan United Parcel Service (UPS), sera gazı emisyonunu azaltmak ve yakıt tüketiminden tasarruf etmek için lojistik hizmet sürecinde bir rota planlama yazılımı ve bir internet eşleştirme sistemi kullanmaktadır (Lin & Ho, 2008). Cosimato & Troisi (2015) lojistik şirketlerinin ekolojik güçlüklerle ne şekilde başa çıktıklarını ve meydana gelen yeni teknolojilerin bu şirketlerin piyasada yeşil ve rekabetçi adlandırılmalarında oynadığı rolü araştırmak amacıyla bir çalışma yürütmüşlerdir. DHL şirketini ele aldıkları vaka çalışmasından çıkan sonuçlara göre, yeşil teknolojilere dayanan lojistik inovasyonu, tedarik zinciri yönetiminde daha çevre dostu ve sürdürülebilir bir tutumun geliştirilmesi ile sıkı sıkıya ilişkidir.

1.1 Tezin Amacı

Ekonomik avantaj sağlamak adına firmaların yaptığı faaliyetler gün geçtikçe artmaktadır. Firmalar bu faaliyetleri icra ederken küresel anlamda büyük önem kazanan sürdürülebilirlik amacına hizmet etmeyi hedeflemelidir. Kendi iş kollarına göre sürdürülebilirlik performanslarını değerlendirmeleri de aynı şekilde elzemdir.

Son zamanlarda artan küreselleşme ile, lojistik faaliyetleri önemli bir duruma gelmiştir çünkü ülkelerde faaliyet gösteren bütün ekonomik oluşumlar, bir şekilde bünyelerinde lojistiği barındırmaktadır. Lojistik faaliyetlerinin tedarik zincirindeki önemi ve sürdürülebilirlik performansına etkisi düşünüldüğünde, bünyesinde lojistik operasyonları bulunan firmalara büyük rol düşmektedir. Bu firmaların lojistik iş planlarını jeopolitik konumlarını da göz önünde bulundurarak yeşil amaçlara uygun şekilde planlamaları gerekmektedir. Çünkü ülkeler, katma değerlerine katkı sağlayan lojistik operasyonlarına büyük önem vermektedir ve son zamanlarda eylem planlarına sürdürülebilirlik ilkesini dahil etmeye başlamışlardır.

Türkiye’de de lojistik faaliyetleri büyük önem taşımaktadır. Türkiye, coğrafi konum olarak Orta Doğu, Türk Cumhuriyetleri ve Avrupa arasında bir aktarma merkezi ve köprü görevi gördüğünden, otoriteler tarafından lojistik üssü olma iddiası veya

potansiyeli ile tanımlanmaktadır (Terzi & Bölükbaş, 2016). Türkiye'nin bu önemli köprü lokasyonu ve potansiyel olarak yüksek bir konumda bulunması, ülke içindeki şehirlerde birçok lojistik merkezi kurulmasını ve bulundurmasını beraberinde getirmektedir ve bu da ülke ekonomisini önemli ölçüde etkilemektedir. Türk Lojistik Sektörü, yüksek büyüme oranları, araç kapasitesi ve istihdam olanakları nedeniyle hem yerli hem de yabancı yatırımcıların ilgisini çekmektedir (Murat Mutlu & Polat, 2013). Bakırcı vd. (2017)'ne göre, Türkiye'de lojistik sektörünün gelişmesiyle özel sektörde kurulan şirketlerin sayıları artmakta ve sektör büyüdükçe istihdam edilen personelin de sayısı artmaktadır ve buna istinaden, 1990 yılı ve sonrasında büyüyen lojistik sektörü Türkiye'de turizm sektöründen sonra en fazla gelişim gösteren sektör olmuştur. Türkiye'nin öncelikli hedefi, Lojistik Performans Endeksi (LPE) sıralamasında üst basamaklarda yer almaktır; bunun için de lojistik performansının ve rekabet gücünün artırılması hedeflemektedir. LPE, ülkelerin lojistik faaliyetleri hakkında mühim bilgiler sunan bir rapordur. Bu bilgiler, ülkelerin lojistik maliyetlerini, gümrük düzenlemelerini, taşıma modlarında kullanılan altyapının durumunu içermektedir (Pelit, 2023). 2018 yılında yayımlanan LPE raporuna göre, Türkiye listede 47. sırada bulunmaktadır (Arvis vd., 2018). Türkiye her geçen gün bu sıralamada üst konumlara yükselmek ve lojistik performansını arttırmak amacıyla adımlar atmaktadır. Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı (2019) tarafınca belirlenen On Birinci Kalkınma Planı'nın lojistik faaliyetleri için temel gayesi, Türkiye'nin coğrafi konumunun avantajından en iyi şekilde faydalanarak modlar arası (intermodal) ve çok modlu (multimodal) uygulamaların geliştirilmesi; demiryolu ve denizyolu taşıma paylarının artırılması; hızlı, esnek, emniyetli, güvenilir ve entegre bir ulaştırma sisteminin tesis edilmesiyle lojistik maliyetlerin düşürülmesi, ticaretin kolaylaştırılması ve ülkenin rekabet gücünün artırılmasıdır. Buna göre, Türkiye'de operasyonları bulunan firmalar, gerçekleştirdikleri lojistik faaliyetlerinin sürdürülebilirlik performansına önem atfetmeye ve faaliyetlerine yeşil lojistik uygulamalarını dahil etmeye başlamışlardır. Buna istinaden yapılan bu tez çalışmasında, yeşil lojistik uygulamalarının sürdürülebilirlik performansına katkılarının değerlendirilmesi ve bu uygulamaların önceliklendirilmesi amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda, çalışma kapsamında belirlenen yeşil lojistik uygulamaları, Türkiye merkezli yeşil lojistik yönetimini benimseyen bir lojistik firmasının operasyon ve sürdürülebilirlik departmanlarında görev alan uzmanların görüşleri alınarak sürdürülebilirlik performansına katkıları

açısından sıralanmıştır. Yeşil lojistik uygulamalarının ağırlıklarının belirlenmesinin ardından, incelenen lojistik firmasının yeşil lojistik uygulamalarına ilişkin başarı düzeyleri dikkate alınarak, firmanın sürdürülebilirlik performansı değerlendirilmiştir.



2. TEORİK ALTYAPI

Bu bölümde öncelikle yeşil lojistik kavramı ve yeşil lojistik uygulamaları açıklanacak, daha sonra sürdürülebilirlik kavramı ve sürdürülebilirlik performansı tanımlanacak ve son olarak yeşil lojistik uygulamaları ile sürdürülebilirlik performansı arasındaki ilişki detaylandırılacaktır.

2.1 Yeşil Lojistik

Lojistik operasyonu, mal ve hizmetlerin başlangıç noktasından bitiş noktasına kadar etkili bir biçimde taşınmasını organize etmeyi içermektedir. Bu organizasyon içerisinde taşıma, depolama ve malzeme yönetimi operasyonları yer almaktadır. Son yıllarda artan globalleşme ile lojistik endüstrisinin operasyonları dünya genelinde hızla artmıştır ve artmaya devam edeceği öngörülmektedir. Dolayısıyla, bu artışa paralel olarak, taşımacılık faaliyetlerinin çevresel, ekonomik ve sosyal etkileri de giderek artmaktadır.

World Economic Forum & Accenture (2009)'ın raporuna göre lojistik operasyonları, dünya çapındaki emisyonların %5,5'ini oluşturmaktadır. Lojistik operasyonlarındaki verimsizlikler, aşırı sera gazı emisyonları, gürültü, atık ve aşırı yakıt tüketimi gibi birçok çevresel sorunu beraberinde getirmektedir (X. Li vd., 2021). Bu gibi olumsuzluklar, insan sağlığını da tehdit etmektedir. Bu negatif etkileri azaltmak için lojistik endüstrisinde yer alan firmalar yeşil stratejilere önem vererek YLY'ye odaklanmaya başlamışlardır. YLY, kirletici emisyonlarını azaltmayı amaçlayan ileri lojistik teknolojileri ve çevre yönetim sistemleri aracılığıyla, lojistik faaliyetlerin planlanması, uygulanması, kontrolü ve yönetimi anlamına gelmektedir (Chang & Qin, 2008). Yeşil lojistik faaliyetleri, farklı dağıtım planlarının çevresel etkilerinin ölçülmesini, lojistik operasyonlarda enerji kullanımının ve atıkların azaltılmasını ve atıkların arıtılmasını kapsar (Sbihi & Eglese, 2010). Yeşil lojistik faaliyetlerinin gelişimini etkileyen farklı faktörler bulunmaktadır. Yeşil lojistiğin gelişimini etkileyen en etkili faktörlerin belirlenmesi, karar vericilerin doğru kararlar almalarına ve yeşil lojistiğin gelişimini hızlandırmak için daha etkili girişimlerde bulunmalarına katkı sağlayacaktır (M. Zhang vd., 2020a). Bu katkı, ancak lojistik operasyonların değiştirilmesi ve CO₂ emisyonu, yakıt tüketimi veya çevresel uyumluluk maliyetlerini

azaltabilecek şekilde, yeni bilgilerin yeşil uygulamalara dahil edilmesiyle mümkün olacaktır (Abareshi & Molla, 2013).

Bu konuda, Y. Zhang vd. (2014) YLU'nun Çin'deki karayolu yük taşımacılığı endüstrisine uyarlanması incelemek için bir çalışma yürütmüşlerdir. Söz konusu çalışmaya göre, yeşil lojistik uygulamaları lojistik çevre yönetimi, düşük karbon salınımlı taşımacılık, düşük karbon salınımlı depolama, düşük karbon salınımlı paketleme, filo yönetimi, alternatif enerji ve lojistik yenilik olarak sınıflandırılmaktadır. Yeşil taşımacılığın hedefleri yalnızca sera gazı emisyonlarını, hava kirliliğini, gürültüyü ve alan kullanımını azaltmak değil, aynı zamanda yoksulluğu azaltmak ve ekonomik büyümeyi teşvik etmektir (Larina vd., 2021). Lai & Wong (2012) ise yine Çin'deki üreticilerin yeşil lojistik yönetimi ve performans değerlendirmesi adına bir çalışma yürütmüşlerdir. Bu çalışmaya göre yeşil lojistik yönetimi, karbon emisyonunu, katı atıkları, atık suları ve tehlikeli maddelerin kullanımını azalttığı için çevresel performansı pozitif yönde etkilemektedir. Aynı zamanda YLY ürün kalitesini arttırması, teslim sürelerini kısaltması ve üretimdeki israfı azaltması sebebiyle operasyonel performansa da katkı sağlamakta, dolayısıyla da şirketlerin uluslararası pazarda rekabet edebilmesi için daha iyi bir maliyet pozisyonuna sahip olmalarına olanak tanımaktadır. Lau (2011) ise Çin ve Japonya'dan topladıkları anket verileri ile ülkeleri ve endüstrileri karşılaştırmak için yeşil lojistik performans endeksinden yararlanarak, lojistik sektöründe hem çevresel hem de ekonomik performansın iyileştirilmesine odaklanmıştır. Takip eden bölümde literatürde yukarıda kısaca bahsedilen yeşil lojistik uygulamaları ile ilgili gerçekleştirilen çalışmalar ve bu uygulamaların detayları açıklanacaktır.

2.2 Yeşil Lojistik Uygulamaları

Yeşil lojistik uygulamaları, kendi içinde birçok faaliyet içermektedir. Bu faaliyetler, literatürde farklı şekillerde gruplandırılmıştır. Y. Zhang vd. (2014) çalışmasında bu faaliyetleri lojistik çevre yönetimi, düşük karbon salınımlı depolama ve paketleme, düşük karbon salınımlı taşıma, filo yönetimi, alternatif enerji ve lojistik inovasyonu olarak gruplandırarak incelemişlerdir. Öte yandan Colicchia vd. (2013)'nin çalışmasında yeşil lojistik uygulamaları dağıtım stratejileri ve nakliye uygulaması, depolama ve yeşil bina, tersine lojistik, paketleme yönetimi, iç yönetim, müşterilerle iş birliği ve dış iş birlikleri olmak üzere yedi kategoride gruplanmıştır. Vienažindienė

vd. (2021) ise yeşil lojistik uygulamalarını yeşil taşıma, yeşil depolama, yeşil paketleme, yeşil yönetim ve lojistik veri yönetimi ve sürdürülebilir atık yönetimi olarak gruplandırmıştır. Sureeyatanapas vd. (2018)'ne göre, yeşil lojistik faaliyetleri alternatif enerji ve araç teknolojisi, modal geçiş, eko-sürüş, tersine lojistik, yeşil ambalaj, araç rotalama ve yeşil yönetim gibi uygulamaları kapsamaktadır. Yukarıda bahsedilen yeşil lojistik uygulama kategorileri takip eden bölümlerde kısaca açıklanacaktır.

2.2.1 Alternatif enerji ve araç teknolojileri

Son zamanlarda, yeşil ulaşımaya yönelik artan ilgi ve fosil yakıt kullanımını azaltmaya yönelik güçlü eğilim, biyodizel ve elektrik gibi alternatif yakıtları kullanan araçlara yeniden dikkat çekmiştir (Andelmin & Bartolini, 2017). Ulaşım faaliyetlerinin çevre üzerindeki olumsuz etkileri gün geçtikçe artmaktadır ve bu durum önemli sorunları da beraberinde getirmektedir. Araç türleri seçimi, teslimatların programlanması, yük akışlarının konsolidasyonu ve yakıt türünün seçimi, vb. hususları amaçlayan ulaştırma kaynaklarının etkin kullanımı, bu sorunların azaltılmasına yardımcı olabilir (Ubeda vd., 2011). de Souza vd. (2022), yaptıkları çalışmada biyodizelin yerel ulaşım ağında düzenli şekilde kullanılan bir yakıt haline getirilmesi yolunda başarı ve başarısızlık durumlarını ele alarak, Güney Amerika ülkelerinde var olan politikaların bunları ne ölçüde etkilediğini incelemişlerdir. Bu çalışmadan hareketle, biyodizel hakkında erken uygulanan düzenleme politikaları ve yabancı ülkelerle olan rekabet gibi ana faktörler ele alındığında, Brezilya, Arjantin ve Uruguay ülkeleri birer başarı örneği olarak kabul edilmektedir. Öte yandan ilgili düzenleme politikaları geç hayata geçirildiğinden, Bolivya bir başarısızlık örneği olarak sayılmaktadır. Lang vd. (2013) çalışmalarında hibrit ve elektrikli araç kullanımının çevresel etkilerini araştırmış ve hibrit ve elektrikli araç kullanımının teşvik edilmesinin, araçların enerji tüketimini sırasıyla %17-%19 ve %30-%33 oranlarında azaltabileceğini belirtmişlerdir.

2.2.2 Modal geçiş

Modal geçiş, ilgili lojistik operasyonun karayolu taşımacılığından, daha çevreci olan deniz veya tren taşımacılığına mod geçişini ifade etmektedir. Literatürde modal geçişin intermodal, multimodal ve kombine taşımacılık olarak farklı çeşitleri bulunmaktadır. European Conference of Ministers of Transport and European Commission (2001), bu taşımacılık modlarını şu şekilde açıklamaktadır:

- İntermodal taşımacılık, malların tek ve aynı yükleme ünitesinde veya karayolu taşıtında, malları değişen modlarda elleçlemeden, art arda iki veya daha fazla taşıma modunu kullanan harekettir.
- Kombine taşımacılık, lojistik yolculuğunun büyük bölümünün demiryolu, iç su yolları veya deniz yoluyla olduğu ve başlangıç ve/veya son etapların karayoluyla gerçekleştirdiği bir taşımacılık çeşididir.
- Multimodal taşımacılık, malların iki veya daha fazla taşıma yöntemiyle taşınmasıdır.

Karayolu taşımacılığı trafik sıkışıklığı yaratması, hava kirliliğini arttırması gibi yönleriyle çevreye zarar verdiğinden, şirketlerin lojistik operasyonlarında birden çok taşımacılık türünü tercih etmeleri önemlidir. Kim vd. (2011), yaptıkları çalışmada demiryolu yük taşıma sisteminin özelliklerini ve yerel demiryolu yük taşımacılığının koşullarını analiz ederek, yeşil lojistik için modal geçiş içeren bir plan önermişlerdir. Çalışmada şirketlerin son dönemde çevre dostu ulaşım olan ilgilerinin artması ve petrol fiyatları ile döviz kurlarındaki hızlı artışın yol açtığı yeşil enerji bilinci, demiryoluna geçişte olumlu etkenler olarak değerlendirilmektedir. Eng-Larsson & Norrman (2014) intermodal taşımacılık piyasasında yapılan sözleşmeleri ve bu sözleşmelerin modal geçiş için yarattığı teşviklerin verimliliğini araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre sadece güçlü nakliyeciler baskısı veya düşük kapasite riski doğduğunda taşımacılıkta modal geçişe başvurulduğu sonucuna ulaşmış, buna istinaden bir risk paylaşım sözleşmesi önermişlerdir. Eng-Larsson & Kohn (2012) ise modal geçişe nakliyecilerden bakış açısından yaklaşarak, modal geçişi uygulamak için nakliyecinin hangi özelliklere sahip olması gerektiğini ve hangi operasyonel değişikliklerin önemli olduğunu incelemişlerdir.

2.2.3 Eko-sürüş

Sivak & Schoettle (2012), eko-sürüşü bir sürücünün aracı satın alımından başlayıp; aracı kullanımı aşaması da dahil olmak üzere yakıt ekonomisini etkilemek için vereceği kararlar olarak tanımlamaktadır. Bu kararlar, stratejik kararlar (araç seçimi ve bakımı), taktik kararlar (rota planlaması ve ağırlık) ve operasyonel kararlar (sürüş tarzı) olmak üzere üç gruba ayrılabilir. Eko sürüşün ana faktörleri hızlanma/yavaşlama, sürüş hızı, rota seçimi ve rölantidir (Huang vd., 2018). Staubach vd. (2014), yaptıkları çalışmada bir eko-sürüş destek sistemini sunup, bunu bir simülörde test etmişlerdir. İlgili sistem trafik ışıklarını tespit ederek kullanıcılara

hızlanma, yavaşlama ve vites değiştirme önerilerinde bulunmuştur. Simölasyonların sonucunda ilgili sistem sayesinde yüksek yakıt tasarrufu elde edildiğinden, kullanıcılar tarafından oldukça olumlu geri bildirimler alınmıştır. Eko-sürüşle ilgili sürücü eğitimleri ve uygulamaları gerçek hayatta yakıt tasarrufu yapmak ve sera gazı etkisini azaltmak için oldukça önemlidir. Buna istinaden, Sullman vd. (2015), yaptıkları çalışmada, eko-sürüş üzerine eğitim alan otobüs şoförlerinin bu bilgilerini ne şekilde uygulayacaklarını simölator ile gözlemlemişlerdir. Araştırmanın sonucuna göre, eğitim alan şoförler eğitim aldıktan hemen sonra yakıt ekonomisinde %11,6 oranında; eğitimden altı ay sonra ise %16,9 iyileşme göstermişlerdir.

2.2.4 Tersine lojistik

Tersine lojistik, kuruluşların yeniden kullanım, yeniden satış, yeniden üretim, geri dönüşüm veya bertaraf için yan ürünleri ve artıkları geri kazandığı süreci temsil etmektedir (Johnson, 1998). Lojistikte kilit bir faaliyet olan tersine lojistik, kullanılmış veya iade edilmiş ürünlerin toplanmasında onlara değer katmak için önemli bir rol oynar (Banomyong vd., 2008). Ravi & Shankar (2015), anket uygulamasıyla Hindistan şirketlerindeki tersine lojistik uygulamalarını incelemişlerdir. Bu uygulamaları gerçekleştirmek için son teknolojilerin satın alınması, çalışanların eğitimi, bertaraf ve yeniden dağıtım tesislerini inşa etmek için sermaye ve kaynak tahsisi gerektiğinden, Hintli şirketlerin tersine lojistik uygulamalarını stratejik düzeyde karar olarak ele aldıkları sonucuna ulaşılmıştır. Bundan yola çıkarak, çalışmada tedarikçilerle daha fazla etkileşime geçilmesi, müşterilerin kullanım ömrü bitmiş ürünleri iade etmeye teşvik edilmesi, vb. öneriler sunulmuştur.

2.2.5 Yeşil ambalajlama

Yeşil ambalajlama, çevreye duyarlı maddeleri kullanarak yapılan paketleme olarak tanımlanabilir. Yeşil ambalaj ve tüketici davranışları arasındaki ilişki literatürde oldukça incelenmiştir. Yang & Zhao (2019) alışmalarında yeşil ambalaj ve tüketicilerin yeşil güveni ile yeşil marka bağlılığı arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Bu çalışmada yeşil ambalaj tasarımının beş yapısının (evre koruma, güvenlik, ambalaj tasarım konsepti, çevresel tanımlama ve uygunluk) yeşil marka bağlılığına katkıda bulunduğu ve yeşil güveni kolaylaştırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Nguyen vd. (2020), yaptıkları çalışmada tüketicilerin evre dostu ambalajlara yönelik algılarını incelemişlerdir. Çalışmanın sonuçlarına göre bu algı üç kategoriye ayrılabilir: ambalaj

malzemeleri, üretim teknolojileri ve pazar çekiciliği. Bu kategoriler arasında tüketicilerin algısını en çok etkileyen faktörlerin ambalaj malzemeleri (örneğin geri dönüştürülebilirlik) ve pazar çekiciliği (örneğin grafik tasarım) olduğunu belirtmişlerdir. Kurumsal anlamda da yeşil paketleme yönetimi oldukça önemlidir. Molina-Besch (2016), yaptığı çalışmada, şirketlerin ekonomik faydaları olan yeşil ambalaj uygulamalarını uyguladığı, fakat teorik olarak çevresel faydalarından yararlanamadıklarını belirtmişlerdir. Teorik ve pratik fayda arasındaki boşluğu gidermek için şirketlerin tüketiciden başlayarak, çevresel etkilerin azaltılmasına katkıda bulunan paketleme çözümleri geliştirmesinin ve yerel ambalaj tedarikçileriyle çalışmasının önemli olduğunu belirtmişlerdir.

2.2.6 Araç rotalama

Günümüzde artan lojistik faaliyetleri göz önünde bulundurulduğunda, bu faaliyetlerin çevre gözetilmeksizin yapılması kaçınılmaz sonuçlar doğurabilir. 2050 yılına kadar sera gazı emisyonları için navlun payının iki kat artması muhtemel olduğundan, CO₂ emisyonlarının optimize edilmiş bir nakliye stratejisi yoluyla azaltılmasını kritik hale getirmiştir. Günümüzde yeşil araç rotalama araştırmalarında, lojistik şirketlerinin daha temiz çözümler geliştirmesine yardımcı olacak metodoloji ve prosedürleri dikkate alma eğilimi vardır (Sawik vd., 2017). Araç rotalama, verimli bir şekilde yapıldığında, bu emisyonları azaltabilir (Sruthi vd., 2019). Y. Li vd. (2019), araç işletme, kalite kaybı, ürün tazelik, enerji ve sera gazı emisyon maliyetlerini içeren toplam maliyeti en aza indirmek amacıyla, soğuk zincir lojistiği için bir yeşil rotalama modeli geliştirmişlerdir ve modeli çeşitli vakaları göz önüne alarak incelemişlerdir. Örnek vakaların birinde amaç fonksiyonunda tüm sera gazı emisyonlarının dikkate alındığı ve yine amaç fonksiyonunda sadece CO₂ emisyon maliyetinin dikkate alınmadığı iki durum karşılaştırılmıştır. Buna göre model kullanılarak elde edilen sonuçlar göstermektedir ki, tüm sera gazı emisyon maliyetleri dikkate alındığında toplam maliyetler azalacaktır. YLU’nda farklı senaryolar için verimli rotalar geliştirilmesi önemlidir. Bu kapsamda Govindan vd. (2022), rotalama problemi ve belirsizlik altında kuyruk teorisi yaklaşımını dikkate alarak tıbbi atık yönetimi için yeşil tersine lojistik ağı hakkında bir çalışma yapmışlardır. Wang vd. (2020) ise eş zamanlı konum yönlendirme sorununu incelemiş ve bu sorunun nedeninin dağıtım bölgelerinin genellikle tüm şehre yayılmış olan ağ düzeninde kaynakların kullanımını azaltmadaki zorluk olduğunu belirtmişlerdir. Bu soruna, operasyonların durum, alan ve zaman

özelliklerini göz önünde bulundurarak eko-paketlerle yeşil lojistik rotalama problemi olarak yaklaşmışlardır. Yeşil lojistik göz önünde bulundurularak verimli bir rota oluşturulurken aracın yeşil özellikleri de göz önünde bulundurulmalıdır. Ćirović vd. (2014), hava kirliliğini, gürültü seviyesini ve işletme ve kullanıcı maliyetlerini dikkate alarak çevre dostu araçların mevcut yol ağında uygulanmasını optimize etmek için bir model geliştirmiştir. YL'nin de etkisiyle en iyi rotanın oluşturulması, taşınacak ürüne göre farklılık gösterebilmektedir. Örneğin, Jana vd. (2022), öğle yemeği kutuları teslim eden yeşil lojistik sistemi için bir rota önermek üzere bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Önerdikleri yaklaşıma göre beslenme çantası toplama ve dağıtım sürecine ilişkin sürelerin azaltılabileceğini göstermişlerdir.

2.2.7 Yeşil yönetim

Yeşil yönetim, organizasyonların faaliyetlerini çevresel kaygılar çerçevesinde gerçekleştirmesi olarak tanımlanabilir. Literatürde genel olarak yeşil yönetimi konu alan birçok çalışma bulunmaktadır. Özellikle tedarik zincirinde yer alan şirketler YTZY'nin esaslarını ele alarak süreçlerini yönetmeyi amaç edinmiştir. YTZY'de, atıkların azaltılması, ekosistem kalitesi, eko-verimlik ve malzeme geri dönüşüm sürecinin iyileştirilmesi amaçlanmaktadır (Novitasari & Agustia, 2021). Scur & Barbosa (2017), yaptıkları çalışmada Brezilya'daki ev aletleri üreticilerindeki yeşil tedarik zinciri uygulamalarını incelemişlerdir. Araştırmalarında belirttikleri üzere, regülasyonlardan kaynaklanan baskılar, sürdürülebilirlik kültürü, pazarlama stratejileri ve ihracatta talep edilen çevresel kriterler, şirketlerin yeşil tedarik zinciri yönetimini benimsemesinde motive edici faktörler olarak rol oynamaktadır. Yine buna bağlı olarak, Brezilya mevzuatının güçlü etkisi doğrultusunda ev aletleri üreticileri tarafından en çok benimsenen YTZY uygulamasının atık yönetimi olduğunu belirtmişlerdir. Yeşil İnsan Kaynakları Yönetimi (YİKY), bir kuruluşun çalışanlara yeşil bakış açısı kazandırılmasını amaç edinen bir sistemin geliştirilmesi, yürütülmesi ve sürekli onarımı ile ilgili tüm faaliyetleri ifade etmektedir (Zehra, 2018). Haldorai vd. (2022), yaptıkları çalışmada üst yönetimin yeşil bağlılığının ve yeşil entelektüel kapasitesinin YİKY üzerindeki etkisini ve buna bağlı olarak da çalışma yaptıkları otelin çevresel performansına etkilerini incelemişlerdir. Organizasyondaki üst yönetimin çevreye olan bağlılığı misyona dahil edilerek, söz konusu bütün süreçlere entegre olması amaçlanabilir. Buna bağlı olarak da personel eğitimine daha çok fon ayrılması, çevresel kaygılara yönelik bir örgüt kültürü oluşturulması, yeşil

uygulamalarla ilgili personele geri bildirim sağlanması gibi aksiyonlar YİKY operasyonlarına dahil edilebilir. Şirketler, daha yüksek seviyelerde yeşil lojistik uygulamalarına yönelik kararlar alındığında, orta ve alt seviyedeki insanları yeşil lojistik faaliyetlerine yönelik çalışmaya motive edecektir (Chhabra & Singh, 2016). Buna istinaden sürdürülebilirliği amaçlayan lojistik şirketlerinde her seviyede uygulanması gereken yeşil yönetim, oldukça kritik öneme sahiptir.

Yeşil lojistik operasyonlarının özellikle gelişmekte olan ülkelerdeki şirketlere uyarlanması zordur. Böyle bir çevrecilik çağında, yeşil lojistiğe sahip üretim işletmeleri küresel pazarda kolayca ayakta kalabilir (Chhabra vd., 2017) . Chhabra & Kr Singh (2022) yaptıkları çalışmada Endüstri 4.0 ve döngüsel ekonomiye atıfta bulunarak, Hindistan imalat endüstrisinde yeşil lojistiğin uygulanmasına yönelik 16 engel belirlemişlerdir. İlgili çalışmaya göre, üst düzey yönetimin yeşil lojistik uygulamaya yönelik desteğinin eksikliğinin, lojistik operasyonlarda yeşil uygulamaların önündeki en büyük engel olduğu belirtilmiştir. Ayrıca C. Y. Lin & Ho (2011)'ya göre lojistik şirketlerinin, çalışanların çevreci davranışlarını arttırmak için daha fazla örgütsel destek sağlaması gerektiğini belirtmiştir. Bu örgütsel destek, örgütsel kaynakları çalışanları için kolay kullanılabilir hale getirmek, üst yönetim tarafından desteklenmek ve çevresel bilginin artmasını yönlendirmek olarak açıklanabilir.

Literatürde yer alan ve yukarıda kısaca açıklanan çalışmalarda yer alan yeşil lojistik uygulamaları ve bu uygulamaların gruplandığı kategoriler Çizelge 2.1'de özetlenmiştir. Söz konusu çizelgede tez kapsamında incelenen ve gruplanan 7 adet yeşil lojistik uygulama kategorisi yer almaktadır. Bunlar Araç ve Yakıt Uygulamaları, Taşımacılık Uygulamaları, Paketleme Uygulamaları, Atık Yönetimi Uygulamaları, Depolama Uygulamaları, Şirket İçi Uygulamaları ve Şirket Dışı Uygulamaları'dır. Yine aynı çizelgede bu tez çalışmasına dair incelenen ve söz konusu 7 kategori içinde bulunan 36 adet yeşil lojistik uygulaması da bulunmaktadır.

Çizelge 2.1 : Yeşil lojistik uygulamaları ve kategorileri.

Kategoriler	Kaynaklar	Uygulamalar	Kaynaklar
Araç ve Yakıt Uygulamaları	(Rakhmangulov vd., 2018; Sureeyatanapas vd., 2018)	Daha az emisyonu neden olan alternatif enerji/yakıt kaynaklarının ve araçların kullanılması (biyoyakıt, elektrikli, hibrit, vb.)	(Colicchia vd., 2013; Dioha & Kumar, 2020; Sureeyatanapas vd., 2018; Vienažindienė vd., 2021; Y. Zhang vd., 2014)
		Yakıt tasarrufu sağlamak ve emisyonları azaltmak için araç hızlarının azaltılması	(Colicchia vd., 2013; Rakhmangulov vd., 2018)
		Araçlardan yayılan kirleticilerin (emisyonların) izlenmesi	(Vienažindienė vd., 2021; Y. Zhang vd., 2014)
		Araçların faydalı ömürlerinin takip edilmesi	(Y. Zhang vd., 2014)
		Araç yakıt tüketimlerinin izlenmesi	(Y. Zhang vd., 2014)
Taşımacılık Uygulamaları	(Colicchia vd., 2013; Evangelista vd., 2017; Rakhmangulov vd., 2018; Vienažindienė vd., 2021; Y. Zhang vd., 2014)	Daha büyük taşıma kapasitesine sahip araçların kullanılması	(Rakhmangulov vd., 2018)
		İkinci el araç sayısının azaltılması	(Vienažindienė vd., 2021; Y. Zhang vd., 2014)
		Daha düşük enerjili ulaşım modlarının kullanılması (intermodal, multimodal ve kombine taşımacılık)	(Colicchia vd., 2013; Evangelista vd., 2017; Rakhmangulov vd., 2018; Sureeyatanapas vd., 2018; Vienažindienė vd., 2021)
		Nakliye yük dağılımının optimize edilmesi	(Colicchia vd., 2013; Sureeyatanapas vd., 2018; Y. Zhang vd., 2014)
		Seyahat mesafelerini en aza indirecek yönlendirme sistemlerinin kullanılması (araç rotalama uygulamaları)	(Colicchia vd., 2013; Sureeyatanapas vd., 2018)
		Yükleme ve boşaltma işlemleri sırasında araç motorunun kapatılması	(Rakhmangulov vd., 2018)
		Yükleme, boşaltma ve depolama operasyonlarının mekanizasyonu ve otomasyonu	(Rakhmangulov vd., 2018)
		Eko-sürüş (güvenli sürüş ve yakıtın boşa harcanmaması) sistemlerinin kullanılması	(Rakhmangulov vd., 2018; Sureeyatanapas vd., 2018)
		Boş yük dönüşlerin azaltılması	(Rakhmangulov vd., 2018)

Çizelge 2.1 (devam) : Yeşil lojistik uygulamaları ve kategorileri.

Kategoriler	Kaynaklar	Uygulamalar	Kaynaklar
Paketleme Uygulamaları	(Colicchia vd., 2013; Evangelista vd., 2017; Rakhmangulov vd., 2018; Sureeyatanapas vd., 2018; Vienažindienė vd., 2021; Y. Zhang vd., 2014)	Ambalaj kullanımının azaltılması	(Colicchia vd., 2013; Evangelista vd., 2017; Sureeyatanapas vd., 2018; Vienažindienė vd., 2021; Y. Zhang vd., 2014)
		Ambalajlama için ekolojik malzemelerin kullanılması	(Colicchia vd., 2013; Rakhmangulov vd., 2018; Sureeyatanapas vd., 2018; Vienažindienė vd., 2021)
		Geri dönüştürülebilir veya yeniden kullanılabilir ambalaj ve kapların kullanılması	(Colicchia vd., 2013; Rakhmangulov vd., 2018; Sureeyatanapas vd., 2018; Vienažindienė vd., 2021; Y. Zhang vd., 2014)
		Eko-etiketleme sisteminin kullanılması	(Rakhmangulov vd., 2018)
Atık Yönetimi Uygulamaları	(Rakhmangulov vd., 2018; Vienažindienė vd., 2021)	Sorumlu atık ayrıştırma uygulamalarının gerçekleştirilmesi	(Colicchia vd., 2013; Evangelista vd., 2017; Sureeyatanapas vd., 2018; Y. Zhang vd., 2014)
		Tersine lojistik uygulamalarının gerçekleştirilmesi	(Rakhmangulov vd., 2018; Sureeyatanapas vd., 2018)
		Bertaraf ve atık izleme teknolojilerinin iyileştirilmesi	(Rakhmangulov vd., 2018; Vienažindienė vd., 2021; Y. Zhang vd., 2014)
		Depolama alanının optimize edilmesi	(Rakhmangulov vd., 2018; Vienažindienė vd., 2021; Y. Zhang vd., 2014)
Depolama Uygulamaları	(Colicchia vd., 2013; Evangelista vd., 2017; Rakhmangulov vd., 2018; Vienažindienė vd., 2021)	Ürüne uygun depolama yöntemlerinin kullanılması	(Rakhmangulov vd., 2018; Vienažindienė vd., 2021; Y. Zhang vd., 2014)
		Depolamada alternatif enerji kaynaklarının kullanılması	(Colicchia vd., 2013; Evangelista vd., 2017; Rakhmangulov vd., 2018)
		Çevre dostu depo tasarımı	(Colicchia vd., 2013; Evangelista vd., 2017; Rakhmangulov vd., 2018)
		Enerji verimli malzeme taşıma ekipmanlarının kullanılması	(Colicchia vd., 2013; Evangelista vd., 2017; Rakhmangulov vd., 2018; Vienažindienė vd., 2021)

Çizelge 2.1 (devam) : Yeşil lojistik uygulamaları ve kategorileri.

Kategoriler	Kaynaklar	Uygulamalar	Kaynaklar
Şirket İçi Uygulamaları	(Colicchia vd., 2013)	Çalışanlara yeşil lojistik uygulamaları ve sürdürülebilirlik hakkında eğitimler verilmesi ve çalışan farkındalıklarının artırılması (Yeşil İnsan Kaynakları Yönetimi'nin benimsenmesi)	(Colicchia vd., 2013; Evangelista vd., 2017; Rakhmangulov vd., 2018; Sureeyatanapas vd., 2018; Vienažindienė vd., 2021; Y. Zhang vd., 2014)
		Şirket içinde enerji tasarrufu uygulama ve denetimlerinin gerçekleştirilmesi	(Colicchia vd., 2013; Evangelista vd., 2017; Rakhmangulov vd., 2018; Sureeyatanapas vd., 2018; Vienažindienė vd., 2021; Y. Zhang vd., 2014)
		Yeşil Bilgi Teknolojilerinin kullanılması (örneğin sunucu sayılarının azaltılması, yeşil yazılım kullanımı, vb.) ve sürdürülebilir lojistik uygulamalarını desteklemek için Bilgi Yönetim Sistemleri'nin kullanılması (Karar Destek Sistemleri, Elektronik Veri Değişimi, vb.)	(Colicchia vd., 2013; Rakhmangulov vd., 2018; Vienažindienė vd., 2021; Y. Zhang vd., 2014)
		Çevresel yönetim stratejilerinin oluşturulması (Emisyon dengeleme programlarının uygulanması, Karbon emisyon raporlarının yayımlanması)	(Evangelista vd., 2017; Sureeyatanapas vd., 2018; Y. Zhang vd., 2014)
Şirket Dışı Uygulamaları	(Colicchia vd., 2013; Evangelista vd., 2017)	Şirketin çevresel performansının ölçülmesi ve izlenmesi	(Colicchia vd., 2013; George vd., 2016; Sureeyatanapas vd., 2018)
		Müşteri, tedarikçi, taşıyon ve üçüncü parti lojistik servis sağlayıcılara yeşil lojistik uygulamaları ve sürdürülebilirlik hakkında eğitimler verilmesi	(Colicchia vd., 2013; Evangelista vd., 2017)
		Müşteri, tedarikçi, taşıyon ve üçüncü parti lojistik servis sağlayıcılarla çevre yönetimi konusunda iş birliği yapılması	(Ahmed & Najmi, 2018; Colicchia vd., 2013; Vienažindienė vd., 2021; Y. Zhang vd., 2014; Zhu vd., 2007)
		Tedarikçi, taşıyon ve üçüncü parti lojistik servis sağlayıcıların çevresel performanslarına göre seçilmesi; bu paydaşların çevresel performanslarının ölçülmesi ve izlenmesi	(Fan & Kang, 2023; Rakhmangulov vd., 2018; Sureeyatanapas vd., 2018; Vienažindienė vd., 2021; Y. Zhang vd., 2014)
		Çevre yönetim programlarına üyeliklerin gerçekleştirilmesi	(Colicchia vd., 2013)
		Çevre yönetimi sertifikası alınması (ISO14000, vb.)	(Evangelista vd., 2017; Vienažindienė vd., 2021; Y. Zhang vd., 2014)

2.3 Sürdürülebilirlik Yönetimi

2.3.1 Sürdürülebilirlik

Çevre ve iklim krizinin etkilerinin yoğun bir şekilde hissedildiği günümüz koşullarında çevresel bilgi düzeyi ve sürdürülebilir çözümlerin geliştirilmesi kritik bir öneme sahip olup, buna paralel olarak sürdürülebilirlik konusunun akademik anlamda popülerliği giderek artmaktadır (Obrecht vd., 2022). Dolayısıyla, literatürde yapılan pek çok çalışmada sürdürülebilirlik kavramının birçok tanımı bulunmaktadır. Bu tanımlar, esas olarak ilgili araştırmanın yaklaşımına, araştırmacının bakış açısına veya sürdürülebilirliğin boyutlarına bağlı olarak farklılaşmaktadır. Sürdürülebilirlik, literatürde çoğunlukla ekonomik refah, sosyal eşitlik ve çevresel kaliteyi içeren üçlü alt boyut altında tanımlanmıştır. Elkington (2006)'a göre, söz konusu üç alt boyut, temel olarak şirketlerin ve diğer organizasyonların birden çok boyutta değer yaratmasını ifade etmektedir ve bu durumda ekonomik, sosyal ve çevresel katma değerden söz edilebilir. Bu üç boyut, literatürde "sürdürülebilirliğin üç boyutu" olarak adlandırılmaktadır. Bu, firmaların kaynakları elde ederken veya ekonomik değerleri takip ederken, çevresel ve sosyal faydaları da göz önünde bulundurmaları gerektiği anlamına gelmektedir (Zhang vd., 2020). Dolayısıyla, bu bakış açısından hareketle firmalar sürdürülebilirlik performanslarını bu üç boyutu ele alarak incelemelidir. Bazı araştırmacılar sürdürülebilirliği sürdürülebilir kalkınma terimiyle ilişkilendirmiştir (Del Río Castro vd., 2021; Diaz-Sarachaga vd., 2018; Munasinghe, 2004; Vladimirova & Le Blanc, 2016). Sürdürülebilirlik göstergeleri, sürdürülebilir kalkınmanın ilerleyişini ölçme gerekliliğini karşılamak ve üç boyutuyla karar verme süreçlerini kolaylaştırmak amacıyla ortaya çıkmıştır (Diaz-Sarachaga vd., 2018). Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu 1987 yılında sürdürülebilirliği "...bugünün ihtiyaçlarını, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneğinden ödün vermeden karşılayan kalkınma" olarak tanımlamıştır (World Commission on Environment and Development, 1987). Birleşmiş Milletler (BM), tüm alanlarda sürdürülebilir kalkınmayı geliştirmek için tanımlanmış Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH) olarak adlandırılan 17 hedef belirlemiştir. BM ayrıca çevresel, sosyal ve ekonomik düzeylerde sürdürülebilir kalkınmayı ölçmek için performans göstergelerinin geliştirilmesi gerektiğine vurgu yapmıştır (Gupta & Singh, 2020). 2015 yılında sağlık ve eğitimin toplumsal olarak iyileştirilmesi, eşitsizliğin azaltılması, ekonomik

büyümenin hedeflenmesi ve çevrenin korunması amacıyla BM üyesi ülkeler tarafından bu hedefler benimsenmiştir. Bu SKH'yi benimseyen her şirket, bu hedeflerin, bünyesinde bulunan departmanlarla bağlantısını kurarak stratejilerini geliştirebilirler. Bu görüş doğrultusunda Deamer vd. (2021), bir jeoteknik firmasının farklı departmanlarında saha operasyonları gerçekleştirilirken, SKH'lerin ne ölçüde dikkate alındığını araştırmışlardır. Örneğin, insan kaynakları departmanında sürdürülebilirliğin çevresel ve sosyal boyutu ile ilgili olan SKH'ye odaklanıldığı, öte yandan tedarik zinciri departmanında ise ekonomik, çevresel ve sosyal konuları içeren SKH'lere odaklanıldığı sonucuna ulaşmışlardır.

2.3.2 Sürdürülebilirlik boyutları

Sürdürülebilirlik kavramının tanımı yukarıda bahsedilen 3 alt boyut kullanılarak yapılabilir. İlk bakışta, sürdürülebilirliğin doğa ve çevre ile ilişkili olduğu algısı ön plana çıkmaktadır. Goodland (1995)'a göre çevresel sürdürülebilirlik, insan ihtiyaçları için kullanılan hammadde kaynaklarını koruyarak ve yürütülen faaliyetler sonucu oluşan atıkların seviyelerinin düşürülmesini sağlayarak refahı iyileştirmeyi amaçlar. Çevresel sürdürülebilirliğin sağlanması, tüm organizasyonlar için sağlayacağı finansal katkı potansiyeli ve pazardaki imajları açısından son derece önemlidir. Düzenleyici otorite, yatırımcılar, finansal analistler ve genel olarak halk dahil olmak üzere farklı paydaşların, şirketlerin çevre sorunlarıyla nasıl başa çıktıklarını bilmeleri gerekmektedir (Sarmiento vd., 2005). Bunu başarmak için, endüstrilerin çevresel sürdürülebilirliği ile ilgili literatürde birçok vaka çalışması yapılmıştır. Örneğin, Zubizarreta vd. (2019), ahşap yapıların çevresel sürdürülebilirliğinin değerlendirilmesi üzerine çalışmıştır ve çevre sertifikasına sahip malzemelerin kullanılmasının ahşap yapılardaki çevresel sürdürülebilirliği arttırdığını belirtmişlerdir. Literatürde yer alan bazı çalışmalarda sürdürülebilirliğin ekonomik boyutuna odaklanılmıştır (Elliott, 2005; Pitelis, 2013; Ribas & Cachim, 2019). Ekonomik sürdürülebilirlik, uzun vadede iş dünyası ve toplum arasında sorumlu ve faydalı bir dengenin sağlanabilmesi için mevcut kaynakların optimum şekilde kullanılmasına yönelik çeşitli stratejilerin kullanılmasına dayanmaktadır (Idowu & Schmidpeter, 2017). Wrzaszcz & Zegar (2014) yaptıkları araştırmada Polonya'da tarım arazilerinin ekonomik sürdürülebilirliğini arazi verimliliği, işgücü karlılığı, çiftliklerin pazar yönelimi ve hane halkının geliri ve bakım kaynakları gibi göstergeleri ele alarak incelemişlerdir. Bu çalışmada, ekonomik olarak sürdürülebilir birimlerin, çevre dostu tarım

uygulamalarını daha sık gerçekleştirdikleri ifade edilmiştir. Literatürde sürdürülebilirliğin sosyal boyutu ile ilgili de çalışmalar bulunmaktadır. Sosyal sürdürülebilirlik, sivil toplumun zaman içindeki evrimi ile uyumlu, kültürel ve sosyal açıdan farklı grupların uyumlu bir şekilde birlikte yaşamasına elverişli bir ortamı teşvik ederken, aynı zamanda popülasyonun bütün kesimlerindeki yaşam kalitesinin artmasıyla sosyal bütünleşmeyi teşvik eden gelişme ve/veya büyüme olarak tanımlanabilir (Caulfield vd., 2001). Sosyal sürdürülebilirlik ‘insan’ kavramına odaklandığından, insanın bulunduğu alanlarda sosyal sürdürülebilirlik çalışmaları yapılabilir. Bundan dolayıdır ki mevcut literatürde sosyal sürdürülebilirliği ele alan farklı çalışmalar bulunmaktadır (Caulfield vd., 2001; Farhadikhah & Ziari, 2021; Sajjad & Shahbaz, 2020). Farhadikhah & Ziari, (2021) tarafından yürütülen çalışmada, Tahran’daki eski ve yeni yerleşimleri içeren muhitler sosyal sürdürülebilirliğin boyutları ele alınarak karşılaştırılmıştır. Söz konusu araştırmada, eski yerleşim yerlerinin olduğu muhitlerin hizmet ve güvenlik gibi temel sosyal sürdürülebilirlik boyutlarına erişim açısından daha dezavantajlı olmaları sebebiyle, yeni yerleşimin olduğu muhitlerin sosyal açıdan sürdürülebilirliği daha yüksek çıkmıştır. Her gün farklı ırklardan insanlara ev sahipliği yapılması dolayısıyla havalimanları da sosyal sürdürülebilirliğin incelenmesi için uygun bir ortam oluşturmaktadır. Örneğin, Marete & Johnson (2021), sürdürülebilirlik yönetim planlarında sosyal sürdürülebilirlik boyutunun benimsenmesini incelemek için altı küçük merkez ABD hava limanında vaka çalışması yürütmüşlerdir ve sosyal sürdürülebilirlik uygulamalarını paydaş kategorilerine göre düzenlemişlerdir. Şirketler, büyüklüklerine göre yapılanmalarında farklı işlevlerden sorumlu birçok departman bulundurdıklarından, sürdürülebilirlik kavramına bakış açıları bu departmanlar arasında farklılıklar göstermektedir. Örneğin, satın alma departmanı daha çok sürdürülebilirliğin ekonomik boyutunu ele alırken; insan kaynakları departmanı daha çok sosyal ve toplumsal sürdürülebilirlik üzerinde yoğunlaşır. Bir bütün olarak sürdürülebilirlik hedefini gerçekleştirmek isteyen şirketler çevresel, ekonomik ve sosyal olmak üzere sürdürülebilirliğin bu üç boyutunu dengeleyerek stratejilerini uygulamaları gerekmektedir.

2.3.3 Sürdürülebilirlik performansı

Şirketler açısından sürdürülebilirlik kavramının önemi giderek atmaktadır ve bu kavramın önemine ilişkin literatürde birçok çalışma bulunmaktadır. Özellikle son on yılda kurumsal sürdürülebilirliğin aktif bir araştırma konusu olduğunu gösteren ve

sürdürülebilir inovasyonun etkenlerini açıklayan kanıtlar artmaktadır (Nicolăescu vd., 2015). Wartick & Cochran (1985)'a göre kurumsal sürdürülebilirlik performans modeli sosyal sorumluluk ilkeleri, sosyal duyarlılık süreci ve sosyal sorunları incelemek adına geliştirilen yöntemler arasındaki etkileşimi yansıtır. Kurumsal sürdürülebilirlik performansını iyileştirmenin yalnızca sosyal ve çevresel refah için değil, aynı zamanda bir firmanın mali refahı için de yararlı olup olmadığı; yararlı ise ne zaman yararlı olacağı hakkında önemli tartışmalar ve araştırmalar bulunmaktadır (Xiao vd., 2018). Ngai vd. (2014), kurumsal sürdürülebilirlik performansını değerlendirmek için bir endeks geliştirmişlerdir ve bunun kuruluşların kurumsal sürdürülebilirlik performansının daha geniş bir iş değerine ulaşmasına yardımcı olduğunu belirtmişlerdir. Artiach vd. (2010) kurumsal sürdürülebilirlik performansları yüksek olan firmaları inceleyerek, söz konusu yüksek performansa katkısı olan göstergeleri incelemek adına bir araştırma yürütmüşlerdir. Yüksek kurumsal sürdürülebilirlik performansına sahip şirketlerin daha yüksek öz sermaye karlılık oranına sahip olması nedeniyle, firma büyüklüğünün kurumsal sürdürülebilirlik performansı ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Bu araştırmaya ek olarak Lourenço & Branco (2013) kurumsal sürdürülebilirlik alanında lider firmaların lider olmayan firmalara göre daha az sahiplik yoğunluğuna sahip olduğunu ve genel olarak bu firmaların, firmaların farklı kriterlere göre sıralandığı uluslararası listelerde yer aldıklarını belirtmişlerdir. Kurumsal anlamda yüksek sürdürülebilirlik performansına sahip olan firmalar, bütün operasyonlarında sürdürülebilirlik ilkelerini gözetmektedirler. Diğer bir ifadeyle, bu firmalarda, departman ayrımı gözetilmeksizin departmanların tamamında yeşil stratejiler benimsenmektedir. Özellikle tedarik zinciri operasyonları ve bu operasyonların çevreye etkileri düşünüldüğünde, tedarik zincirlerini daha sürdürülebilir hale getirebilmek için yeşil tedarik zinciri uygulamaları gerçekleştirilmektedir. Yeşil tedarik zinciri ile sürdürülebilirlik performansı arasındaki ilişki hakkında literatürde çeşitli çalışmalar bulunmaktadır (Datta, 2020; Emamisaleh vd., 2018; Schaltegger & Burritt, 2014). Çünkü sürdürülebilirlik, tedarik zincirlerinin sorunsuz şekilde devam edebilme amacını büyük ölçüde arttırmaya hizmet etmektedir. Geleneksel tedarik zincirleri için sürdürülebilirlik amacı ancak çevreye duyarlı olduğunda gerçekleşebileceğinden, zaman içinde söz konusu tedarik zincirleri, yeşil tedarik zinciri olarak evrilmeye başlamışlardır. Literatürde bulunan yeşil tedarik zinciri ve sürdürülebilirlik performansını konu alan çalışmalar göz önüne alındığında, bu durum gereken performans ölçütlerinin tanımlanmasını zorlaştırmakla beraber, bu

Çalışmaların altında yatan ilkeler, sürdürülebilirlik iyileştirmelerinin stratejik yönetimi için iş modellerinin ve tedarik zincirlerinin tasarımına rehberlik edebilir (Schaltegger & Burritt, 2014). Yawar & Seuring (2017)'e göre, tedarik zincirlerinde sürdürülebilirlik, sağlıklı bir bakış açısı elde etmek için sürdürülebilirliğin üç boyutu (çevresel, ekonomik ve sosyal boyut) dikkate alınarak görselleştirilmelidir. Chin, Tat, Sulaiman, vd. (2015a) sürdürülebilirlik performansının en iyi göstergesinin yeşil ürün ve süreç tasarımı olduğunu; fakat tedarikçi seçimi ve değerlendirmesinin tedarik zincirinin sürdürülebilirlik performansı ile anlamlı ve pozitif bir ilişkisi olmadığını belirtmişlerdir. Chin, Tat, & Sulaiman (2015b)'ın yürüttüğü diğer bir çalışmada ise çevresel iş birliğinin, YTZY uygulamaları ile sürdürülebilirlik performansı arasındaki ilişki üzerinde düzenleyici bir etkisinin olduğu belirtilmiştir. Yıldız Çankaya & Sezen (2019), YTZY'nin sekiz boyutunun (yeşil satın alma, yeşil üretim, yeşil dağıtım, yeşil paketleme, yeşil pazarlama, çevre eğitimi, iç çevre yönetimi ve yatırımın geri kazanılması) sürdürülebilirlik performansının üç boyutuna (ekonomik, çevresel ve sosyal) olan etkilerini incelemiştir. Bu araştırmada, yeşil tedarik zincirinin çevresel sürdürülebilirlik performansını olumlu etkilediği, öte yandan sosyal ve ekonomik sürdürülebilirlik performansı üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Ferreira & Silva (2016) çalışmalarında ekonomik, çevresel ve sosyal indikatörleri dikkate alarak tedarik zinciri sürdürülebilirliği performans değerlendirmesi için beş adımlı bir model geliştirmişlerdir. Söz konusu model, Global Raporlama İnisiyatifi ve ISO 14031 göstergelerini içeren bir puan kartına dayanmaktadır ve bu model ile şirketlere sürdürülebilirliğin artırılması için önem gösterilmesi gereken göstergelerin açıklanması amaçlamaktadır. Sürdürülebilirlik performansı farklı tedarik zincirlerinde incelenebilir. Örneğin, Bourlakis vd. (2014), Yunan süt ürünleri sektöründe tedarik zincirinin sürdürülebilirlik performansı üzerindeki etkilerini araştırmış ve büyük üreticilerin 'sürdürülebilirlik performansı şampiyonları' oldukları ve aynı üreticilerin birçok sürdürülebilirlik girişiminin uygulanmasında itici güç oldukları sonucuna ulaşmışlardır. Kern vd. (2018) ise yazılım ürünlerinin sürdürülebilirlik performansını incelemiştir. Örnek bir vaka çalışması içeren bu araştırma, yazılımın sürdürülebilirlik yönlerinin nadiren dikkate alındığına dair literatürdeki önceki yayınları doğrulamış ve sürdürülebilir yazılım yönetimini web tabanlı yazılımlara uygulamak için iyileştirilmesi gereken alanları belirtmişlerdir. Moktadir vd. (2021) de ayakkabı sektöründe tedarik zincirini daha sürdürülebilir hale getirmek için süreçlere entegre edilmesi gereken ana performans

göstergeleri üzerine çalışmışlar ve dikkat edilmesi gereken ana performans göstergesinin ‘kaliteli üretim’ olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Bu noktada şayet ayakkabı üretiminde üretim kalitesi düşerse, söz konusu firmaların satış oranları da düşeceğinden, bu firmaların ekonomik açıdan sürdürülebilirliği de aynı şekilde düşecektir. YL, her tedarik zinciri üyesiyle yakından bağlantılı olduğu için yeşil veya sürdürülebilir tedarik zinciri yönetiminin hayati bir parçasıdır (Liu vd., 2018). Birçok kuruluş, lojistik hizmetlerine çevre dostu teknikler uygulamış, bunun sonucunda paydaşların çevresel taleplerini karşılamak ve toplumsal güvenliği artırmak için yeşil lojistik yönetim teknikleri oluşturulmuştur (Hejazi vd., 2023). Jaiswal vd. (2019), küçük ve orta ölçekli işletmelerin tedarik zincirlerini daha yeşil hale getirmek amacıyla lojistik operasyonlarında araçların emisyonlarını azaltmak üzerine çalışmışlardır. Bu amaca yönelik olarak, daha yeşil araçların kullanımına önem veren, tedarik zincirindeki aktörlerin birbirleriyle olan uzaklığını dikkate alan bir model geliştirmişlerdir. Gupta & Singh (2020), çalışmalarında lojistik faaliyetlerindeki sürdürülebilir uygulamaların benimsenmesi için gerekli indikatörleri belirlemek amacıyla Hindistan’daki bir lojistik servis sağlayıcısı ile ilgili bir vaka çalışması gerçekleştirmiştir. Bu çalışmaya göre, lojistik firmasında sürdürülebilirlik endeksinin değerlendirilebilmesi için ele alınan başlıca uygulamalar arasında geri dönüştürülebilir ambalaj ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, yeşil tedarik, karbon emisyonlarının azaltılması gibi uygulamalar yer almaktadır.

2.4 Yeşil Lojistik Uygulamalarının Sürdürülebilirlik Performansı ile İlişkisi

Lojistik faaliyetlerinin çevreye olan zararları (gürültü, kötü hava kalitesi, artan emisyon oranları ve trafik sıkışıklığı) ve toplumun iklim krizi sebebiyle artan gelecek kaygısı düşünüldüğünde, YLU’nun şirketlerin sürdürülebilirlik performanslarını arttırmadaki rolü giderek daha kritik hale gelmektedir. Önde gelen şirketlerin tedarik zinciri yöneticileri, son zamanlarda tedarik zinciri boyunca özellikle son kullanıcılar için çevresel açıdan fayda ve memnuniyet yaratarak, yeşil lojistiği kullanmaya ve sürdürülebilir rekabet avantajı kazanmak için değerli bir kaynak olarak tedarik zincirlerinin tamamında çevresel performansı iyileştirmeye çalışmaktadırlar (Beiranvand vd., 2022). Yeşil lojistik uygulamaları şirketlerin sadece çevresel performanslarına katkı sağlamakla kalmamaktadır, ayrıca ekonomik ve sosyal olarak da operasyonlarda iyileştirme yapmalarına imkân sağlamaktadır. Maji vd. (2023)’ne

göre bir işletmenin yeşil lojistik uygulamaları, işletmenin çevreye karşı sorumlu bir marka olarak itibarını artırmaya yardımcı olur ve bu daha sonra müşterilerin sadakatini, marka güvenini ve iş kârını artırmaktadır. Aynı şekilde, Sai (2018)'ye göre de gelenekselden farklı olarak yeşil lojistik, sürdürülebilir ekonomik ve sosyal kalkınmayı birleştirmektedir. Bundan hareketle, literatürde araştırmacılar YL'nin sürdürülebilirlikle ilişkisini incelerken, sürdürülebilirlik performansını sürdürülebilirliğin üç temel boyutu olan çevresel, ekonomik ve sosyal boyutları kullanarak ele almışlardır. Farklı YLU, bahsedilen sürdürülebilirlik performans boyutlarını farklı şekilde etkilemektedir. Agyabeng-Mensah vd. (2020)'nin yaptıkları çalışmada, YLU'nun çevresel performans, sosyal performans, pazar performansı ve finansal performans üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Araştırmalarında yeşil lojistik uygulamalarının çevresel performans üstünde önemli pozitif bir etki sağlamasıyla beraber, toplumun ve çalışanların sosyal refahını ve sağlığını iyileştirmede çok az bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuşlardır. Setyadi vd. (2023) yeşil lojistik ve YİKY'nin, kuruluşların sürdürülebilir kalkınmaları üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Araştırma sonucunda, Endonezya'da bulunan çevre dostu üretim şirketleri için, yeşil lojistik uygulamalarından biri olan ürün ve ambalajlarda çevre dostu malzemeleri kullanımını teşvik etmelerinin, sürdürülebilirlik performanslarına pozitif yönde katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Werner-Lewandowska & Golinska-Dawson (2021)'a göre şirketler çeşitli lojistik çözümleri sadece ekonomik performanslarını arttırmak için uygulasalar bile, uygulanan çözümler, dolaylı olarak da olsa ilgili şirketlerin çevresel ve sosyal performanslarını da etkilediğinden, genel olarak sürdürülebilirlik performanslarına katkı sağlamaktadır. Shoaib vd. (2022) çalışmalarında sürdürülebilirliğin üç temel boyutu olan çevresel, ekonomik ve sosyal boyutlar altında sürdürülebilir yeşil lojistiğin gerçekleştirilmesine olanak sağlayan faktörleri listeleyip, öncelik sıralaması yapmışlardır. Çalışmada, üst yönetim desteğinin, hükümet düzenlemelerinin, mevzuatların ve tüketici baskılarının sürdürülebilir yeşil lojistik uygulamalarını teşvikte ilk sırada yer aldığı sonucuna ulaşılmıştır.

Bölüm 2.2'de aktarıldığı üzere, literatürde farklı yeşil lojistik uygulamalarının farklı boyutlar altında gruplanmıştır (Bkz. Çizelge 2.1). Bu gruplarda yer alan uygulamalar, ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirlik üzerinde farklı katkılara sahiptir. Bu katkılar, literatürde çeşitli çalışmalarda incelenmiş olup, bu inceleme sonuçları Çizelge 2.2'de özetlenmiştir.

Çizelge 2.2 : Yeşil lojistik uygulamalarının sürdürülebilirlik boyutlarına katkıları.

Yeşil Lojistik Kategorileri	Yeşil Lojistik Uygulamaları	Kaynaklar	Sürdürülebilirlik Boyutlarına Katkı		
			Çevresel	Ekonomik	Sosyal
Araç ve Yakıt Uygulamaları	Daha az emisyonu neden olan alternatif enerji/yakıt kaynaklarının ve araçların kullanılması (biyoyakıt, elektrikli, hibrit, vb.)	(Vienazindienė vd., 2021)	•	•	
		(Pautasso vd., 2019)	•	•	•
		(Sureeyatanapas vd., 2018)	•	•	
		(Dioha & Kumar, 2020)	•		
		(Lu & Li, 2023)	•	•	
	Yakıt tasarrufu sağlamak ve emisyonları azaltmak için araç hızlarının azaltılması Araçlardan yayılan kirleticilerin (emisyonların) izlenmesi Araç yakıt tüketimlerinin izlenmesi Daha büyük taşıma kapasitesine sahip araçların kullanılması	(Thanatrakolsri vd., 2016)	•		
		(B. Yang vd., 2015)		•	
		(Choi vd., 2010)		•	
		(Amiruddin vd., 2021)	•		
		(Hishamuddin vd., 2020)	•		
Taşımacılık Uygulamaları	Daha düşük enerjili ulaşım modlarının kullanılması (intermodal, multimodal ve kombine taşımacılık)	(Vienazindienė vd., 2021)		•	
		(Sureeyatanapas vd., 2018)	•	•	
		(Dioha & Kumar, 2020)	•		
	Eko-sürüş (güvenli sürüş ve yakıtın boşa harcanmaması) sistemlerinin kullanılması	(Chen vd., 2020)		•	
		(Sureeyatanapas vd., 2018)	•	•	
		(Jaller vd., 2016)	•		
	Boş yükle dönüşlerin azaltılması	(Amine Masmoudi vd., 2020)		•	

Çizelge 2.2 (devam) : Yeşil lojistik uygulamalarının sürdürülebilirlik boyutlarına katkıları.

Yeşil Lojistik Kategorileri	Yeşil Lojistik Uygulamaları	Kaynaklar	Sürdürülebilirlik Boyutlarına Katkı		
			Çevresel	Ekonomik	Sosyal
Paketleme Uygulamaları	Ambalaj kullanımının azaltılması	(Sureeyatanapas vd., 2018)	•	•	
		(Sureeyatanapas vd., 2018)	•	•	
	Ambalajlama için ekolojik malzemelerin kullanılması	(Copeland vd., 2013)	•		
		(Menesatti vd., 2012)		•	
		(Sureeyatanapas vd., 2018)	•	•	
	Geri dönüştürülebilir veya yeniden kullanılabilir ambalaj ve kapların kullanılması	(Copeland vd., 2013)	•		
		(Menesatti vd., 2012)		•	
		(Y. Zhang vd., 2022)	•		
	Eko-etiketleme sisteminin kullanılması	(Ferrero vd., 2019)		•	
		(Göçer & Sevil Oflaç, 2017)			•
Atık Yönetimi Uygulamaları	Tersine lojistik uygulamalarının gerçekleştirilmesi	(Sureeyatanapas vd., 2018)	•		
		(Presley vd., 2007)	•		•
		(Sarkis vd., 2010)		•	
	Bertaraf ve atık izleme teknolojilerinin iyileştirilmesi	(S. S. Ali vd., 2023)	•		
Depolama Uygulamaları	Depolama alanının optimize edilmesi	(Ren vd., 2023)	•	•	
	Çevre dostu depo tasarımı	(Ren vd., 2023)	•	•	
		(Akandere, 2019)	•	•	
	Enerji verimli malzeme taşıma ekipmanlarının kullanılması	(Atashi Khoei vd., 2023)	•		

Çizelge 2.2 (devam) : Yeşil lojistik uygulamalarının sürdürülebilirlik boyutlarına katkıları.

Yeşil Lojistik Kategorileri	Yeşil Lojistik Uygulamaları	Kaynaklar	Sürdürülebilirlik Boyutlarına Katkı		
			Çevresel	Ekonomik	Sosyal
Şirket İçi Uygulamaları	Çalışanlara yeşil lojistik uygulamaları ve sürdürülebilirlik hakkında eğitimler verilmesi ve çalışan farkındalıklarının artırılması (Yeşil İnsan Kaynakları Yönetimi'nin benimsenmesi)	(O'Donohue & Torugsa, 2016)	•		
		(Roscoe vd., 2019)	•		
		(Amrutha & Geetha, 2020)	•		•
		(Pham vd., 2018)		•	
Şirket Dışı Uygulamaları	Yeşil Bilgi Teknolojilerinin kullanılması (örn. sunucu sayılarının azaltılması, yeşil yazılım kullanımı, vb.) ve sürdürülebilir lojistik uygulamalarını desteklemek için Bilgi Yönetim Sistemlerinin kullanılması (Karar Destek Sistemleri, Elektronik Veri Değişimi, vb.)	(Sureeyatanapas vd., 2018)			•
		(Vienažindienė vd., 2021)			•
	Çevresel yönetim stratejilerinin oluşturulması (emisyon dengeleme programlarının uygulanması, karbon emisyon raporlarının yayımlanması)	(Elliot, 2011)	•		
		(K. Ali vd., 2023)	•		
	Şirketin çevresel performansının ölçülmesi ve izlenmesi	(Uyar, 2020)	•	•	•
		(Latifah & Soewarno, 2023)	•	•	
	Müşteri, tedarikçi, taşıeron ve üçüncü parti lojistik servis sağlayıcılara yeşil lojistik uygulamaları ve sürdürülebilirlik hakkında eğitimler verilmesi	(Porter & Van Der Linde, 1995)	•	•	
		(Lisi, 2015)	•		
	Müşteri, tedarikçi, taşıeron ve üçüncü parti lojistik servis sağlayıcılarla çevre yönetimi konusunda iş birliği yapılması	(Chou vd., 2023)	•	•	
		(Kumar & Anbanandam, 2020)	•		
Şirket Dışı Uygulamaları	Tedarikçi, taşıeron ve üçüncü parti lojistik servis sağlayıcıların çevresel performanslarına göre seçilmesi; bu paydaşların çevresel performanslarının ölçülmesi ve izlenmesi	(Ramanathan vd., 2014)	•		
		(Gimenez & Tachizawa, 2012)	•		
	Çevre yönetim programlarına üyeliklerin gerçekleştirilmesi	(Darnall & Sides, 2008)	•		
		(Scott vd., 2023)	•		
	Çevre yönetimi sertifikası alınması (ISO14000, vb.)	(Talib vd., 2020)	•		•
		(Ferrón-Vílchez, 2016)	•	•	•

Takip eden bölümlerde, yeşil lojistik uygulamaları ve bu uygulamaların sürdürülebilirlik performansı ile ilişkileri kısaca açıklanmaya çalışılacaktır.

2.4.1 Araç ve yakıt uygulamaları ve sürdürülebilirlik performansı

Lojistik faaliyetlerinde araç ve yakıt teknolojileri büyük bir öneme sahiptir. Firmalar araç ve yakıt kullanımında yeşil lojistik uygulamalarını dikkate alarak sürdürülebilirlik performanslarına katkı sağlayabilirler. Vienažindienė vd. (2021)'e göre sürdürülebilirliğin çevresel boyutu, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını, fosil yakıtlardan enerji tasarrufu yapılmasını, atmosfere verilen emisyonların azaltılmasını ve temiz araç kullanımını içermektedir. Bu sayede şirketler sadece çevresel etkiyi azaltmakla kalmayıp, aynı zamanda enerji kaynaklarını daha verimli kullanmak için finansal fayda da (yakıt ve zaman açısından) elde edeceklerdir. Sureeyatanapas vd. (2018) çalışmasında, yaptıkları röportaj ve anketlerden hareketle alternatif enerjinin daha düşük maliyete sahip olması nedeniyle lojistik servis sağlayıcılarının ilgisini çektiğini ve çevresel olarak doğal gazın, dizel yakıtlara kıyasla daha düşük düzeyde CO₂ ve sera gazı yaydığını belirtmişlerdir. Dioha & Kumar (2020)'ın Nijerya'da 2010-2050 dönemi için yakıt değişimi, iyileştirilmiş yakıt ekonomisi, mod değişimleri ve iyileştirilmiş lojistik ve karbon vergisi gibi faktörleri göz önüne alarak yaptıkları çalışmada, alternatif senaryolardan hareketle iyileştirilmiş yakıt ekonomisinin 2050 yılında Nijerya'nın CO₂ emisyonunu %42,8 oranında azaltabileceğini belirtmişlerdir. Lu & Li (2023) ise dizel ve elektrikli kamyonları dikkate alarak bir yeşil ulaşım modeli kurmuşlar ve bu modeli Çin'deki üç lojistik şirketine uygulamışlardır. İlgili çalışmanın sonuçları, uzun mesafe lojistik taşımacılığına daha fazla yeni enerji kullanan lojistik araçların dahil edilmesinin, taşıma maliyetlerinin düşmesini ve taşıma sırasında oluşan kirliliğin azalmasını sağladığını göstermiştir. Pautasso vd. (2019), Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'ni göz önünde bulundurarak bu hedeflerin başarısını önemli ölçüde etkileyebilecek bir kavram olan elektrikli araçları konu alan bir çalışma yürütmüş ve elektrikli araçlardaki yaygınlaşmanın çevresel, ekonomik ve sosyal etkilerini değerlendirmişlerdir. Sürdürülebilirlik ilkelerine bağlı kalarak geliştirdikleri modeli sekiz farklı senaryoda test etmişler ve elektrikli araçların sayısındaki artışın daha az hava kirleticisi madde (çevresel etki), halk sağlığı için daha az maliyet (ekonomik etki) ve bunun sonucunda daha iyi bir yaşam kalitesine (sosyal etki) katkı sağladığı sonucuna ulaşmışlardır.

2.4.2 Taşımacılık uygulamaları ve sürdürülebilirlik performansı

Lojistik faaliyetlerinden biri olan taşımacılık, çevreye olan etkisi ve ekonomik yönden önemi düşünüldüğünde, organizasyonların sürdürülebilirlik performansları üzerinde de önemli bir etkiye sahiptir. Vienažindienė vd. (2021)'e göre sürdürülebilirliğin ekonomik yönü, makul maliyetli rotaların kullanımını, kombine taşımacılığı, hizmetler için adil fiyat sağlanmasını ve tüketiciye kalite güvencesinin temin edilmesini, firmanın rekabet gücünün artırılmasını ve daha yüksek katma değer arayışını içerir. Sureeyatanapas vd. (2018)'nin çalışmasında, röportaj yapılan yöneticilerin birçoğu, eko-sürüş davranışının yakıt tüketimi ve bakım maliyetlerinin azalmasını yanı sıra araç verimliliğindeki artış nedeniyle maliyet tasarrufuna da büyük katkı sağladığını belirtmişlerdir. Ek olarak aynı çalışmada, demiryolu taşımacılığının karayolu taşımacılığına göre daha az enerji tükettiğine ve ürün birimi başına daha az CO₂ salınımına neden olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, çevresel boyut göz önüne alındığında, araç rotalama uygulamaları doğrudan yakıt tüketimi ve hava emisyonlarındaki azalmayla ilişkilendirilmiştir.

2.4.3 Paketleme uygulamaları ve sürdürülebilirlik performansı

Yeşil paketleme uygulamaları, doğal kaynakların tüketimini önemli ölçüde azaltmaktadır. Ayrıca, geri dönüştürülmüş malzemelerle yapılan paketlemeler, şirketlere ekonomik yönden de katkı sağlamaktadır. Copeland vd. (2013) yaptıkları çalışmada, polipropilen yapıda ve yeniden kullanılabilen bir kap olan Eco-Clamshell adlı paketleme malzemesini incelemişlerdir. Çalışmalarına göre, bir Eco-Clamshell'i 29 defadan fazla yeniden kullanmanın, kaydedilen enerji miktarında çevresel faydalar sağladığını ve yalnızca 15 kullanımdan sonra sera gazı emisyonlarını azalttığı sonucuna ulaşmışlardır. Menesatti vd. (2012) çiçek taşımacılığını ele alarak, iki farklı konteyneri (tek kullanımlık ve yeniden kullanılabilir) karşılaştırmışlardır. İtalya'daki belirli bir tedarik zincirini ele alarak yaptıkları bu çalışmada, daha az atıkla ve daha az çevresel baskıyla üretim yapılmasını sağlayan yeniden kullanılabilir bir sistemin kullanımının, ekonomik açıdan da avantajlı olduğunu ve yeniden kullanılabilir kapların başlangıç yatırımı gerektirmesine rağmen, yatırımın ikinci yılından itibaren ekonomik olarak avantajlı olduğunu belirtmişlerdir. Eko-etiketler, bir göndericinin siparişini başlangıç noktasından varış noktasına taşımanın göreceli çevresel etkisini değerlendirmek için kullanılmaktadır. Ortalama olarak, eko etiketli ürünler %47,7

oranında daha az çevresel etkiye sahiptir; ürün ömrü maliyetlerini %48,4 oranında azaltır ve olumlu toplumsal algıya neden olur (Ferrero vd., 2019). Y. Zhang vd. (2022)'nin çalışmasında, eko-etiketler kullanılan bir lojistik iş birliği göz önüne alındığında, eko-etiketlerin emisyonları azalttığı sonucuna ulaşılmıştır. Göçer & Sevil Oflaç (2017)'a göre eko-etiketlerin yaratacağı bu toplumsal algı aynı zamanda genç tüketicilerin eko-etiket konusundaki farkındalık düzeylerini de arttırarak ilgilerini çekecektir. Bu durum daha sonra yeşil tüketici davranışını tetikleyecek çevresel kaygıya dönüştürülebilir. Bu bakımdan eko-etiketler hem çevre bilincinin hem de duyarlılığının geliştirilmesine yönelik bir araç olarak da kullanılabilir.

2.4.4 Atık yönetimi uygulamaları ve sürdürülebilirlik performansı

Lojistik faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan atıkların çevreye etkileri yadsınamayacak düzeydedir. Ali vd. (2023)'ne göre atıkların azaltılması, atık kontrol önlemleri ve atık izleme yoluyla, hurda elleçleme operasyonları çevrenin korunmasına olanak sağlayabilir. Zararlı emisyonların ve tehlikeli atıkların azalması, kuruluşların karbon performanslarını iyileştirmelerine ve dolayısıyla küresel cephedeki imajlarını güçlendirmelerine olanak tanır. Bir diğer yeşil lojistik uygulaması olan tersine lojistik, şirketlerin sürdürülebilirlik performanslarına katkı sağlar. Presley vd. (2007)'nin yaptığı çalışmaya göre, tersine lojistik ekonomik, çevresel ve sosyal sürdürülebilirliğe katkıda bulunmaktadır. Bu çalışmadan hareketle, tersine lojistik uygulamalarının ekonomik olarak şirketlere doğrudan fayda sağladığı (kuruluşun tüketicilerine iade hizmeti sağlamasıyla ve imajının iyileştirilmesine fayda sağlamasıyla bağlantılı olarak, maliyetlerin azaltılması veya malzeme kullanımının soyut ve rekabetçi faydalara dönüştürülmesi gibi) belirtilmiştir. Ayrıca, çevresel açıdan bakıldığında tersine lojistiğin geri dönüşüm, yeniden üretim ve ıslah gibi çevreye duyarlı uygulamaları içermesi dolayısıyla çevresel performansa da katkı sağladığı belirtilmiştir. Sarkis vd. (2010)'ne göre tersine lojistik, çevresel iyileştirmeler sağlayan süreç değişiklikleri ve malzeme ikameleri ile birleştirildiğinde, sağlık ve güvenliğe fayda sağlayabilir. Örneğin, tersine lojistikte bir iade sürecinin geliştirilmesi, yeniden kullanılabilir kapların kullanılması yoluyla desteklenebilir. Yeniden kullanılabilen kaplar, kutu kesme, zimba ve kırık paletlerin ortadan kaldırılması gibi önemli güvenlik avantajları sunar ve yaralanmaları azaltır; standartlaştırılmış konteynerler, otomatik sistemlerin kullanımını kolaylaştırarak manuel işlemlere olan ihtiyacı azaltır ve

başıboş ve etrafa yayılmış ambalaj malzemelerinin azaltılmasıyla da daha temiz bir çevre sağlanabilir.

2.4.5 Depolama uygulamaları ve sürdürülebilirlik performansı

Depolar ve dağıtım merkezleri tedarik zincirlerinde önemli bir rol oynar ve genel performansı etkiler (Dimitrov & Saraceni, 2023). Bu yüzden depolama operasyonlarına yeşil çözümleri dahil etmek oldukça önemlidir. Abushaikha (2018)'ya göre depolama faaliyetleri, tedarik zincirinde çok büyük atıklar üretmekte ve bu atıkların çevre ve insan yaşamı üzerindeki negatif sonuçlarını ortadan kaldırmak için atıkları azaltan uygulama ve politikaların benimsenmesi gerekmektedir. Bu noktada, tedarik zinciri sürdürülebilirliğini ve ekonomik performansı iyileştirmeyi amaçlayan organizasyonlar, uygun depo yönetim sistemlerini benimseyebilirler (Harris vd., 2014).

2.4.6 Şirket içi uygulamaları ve sürdürülebilirlik performansı

Çevre kirliliğinin ekonomik ve sosyal kalkınma üzerindeki olumsuz etkileri giderek belirginleşmekte ve kamuoyunun organizasyonların çevrenin korunmasına ilişkin davranışlarına daha fazla önem vermesi firmalar arasındaki çıkar çatışmalarının derinleşmesine neden olmaktadır. Hükümetler bu çatışmaları hafifletmek için bir dizi kural ve düzenlemeler oluşturmakta ve olumlu çevre koruma önlemlerini benimsemektedirler (Yao vd. 2021; D. Zhang vd. 2021). Porter & Van Der Linde (1995)'ye göre, organizasyonlarda çevresel düzenleme stratejilerinin benimsenmesi ve hazırlanması, organizasyonların iç emisyon azaltma gücünü teşvik etmeye, dolayısıyla, aktif emisyon azaltımını gerçekleştirmeye ve uzun vadeli ekonomik büyümenin sağlanmasına yardımcı olur. İyi tasarlanmış çevresel düzenleme, teşvik ve standartların organizasyonlar tarafından önemli yenilikleri teşvik ettiği bilinmektedir (Bouzaher vd. 2015). Sürdürülebilirlik performansını arttırmak isteyen lojistik şirketlerinin dikkatini vermesi gereken bir diğer konu da şirket içindeki yeşil uygulamalardır. Bu uygulamalardan biri olan Yeşil İnsan Kaynakları Yönetimi (YİKY), şirketin performansına büyük ölçüde katkı sağlar. Ayrıca, YİKY, geleneksel insan kaynakları yönetiminden ekolojik hedefler bakımından ayrıştığından, bu uygulamalar sürdürülebilir firma performansına ilaveten çalışan motivasyonunu da arttırabilir. YİKY'nin bir uygulaması olan yeşil eğitim, firmanın ekolojik hedeflerine ulaşmak için çalışanlarına hem iş esnasında hem de sürekli olarak verilen eğitimleri

içermektedir. Pham vd. (2018)'nin çalışmasına göre yeşil eğitim, firmanın çevresel performansına önemli katkıda bulunur ve ayrıca bir rekabet gücü oluşturur. Ek olarak, Pham vd. (2020)'ne göre, çevreye yönelik eğitim programları ve çalışanların katılımına yönelik politikalar eş zamanlı olarak uygulanmalıdır. Bu nedenle organizasyonların yalnızca tüm çalışanlarına yeşil eğitim programları sağlamaları değil, aynı zamanda onların iş yerinde çevreyle ilgili faaliyetlere ve öneri programlarına katılımlarını teşvik edecek politikaları oluşturmaları da gerekmektedir. Lojistik firmalarının her alanda yeşil stratejileri benimsemesi gerekmektedir. Yeşil bilgi teknolojileri, enerji tasarrufu sağlamaya ve bilgi teknolojileri üretimi ve kullanımı sırasında kirliliği azaltmaya yönelik bir harekettir. Yeşil bilgi teknolojilerinin benimsenmesi, organizasyonların çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmasını sağlar (Chou vd., 2023). Yeşil lojistik uygulamalarını benimseyen organizasyonların, operasyonlarının sürdürülebilirlik performansını ölçümlemeleri ve izlemeleri oldukça önemlidir. Organizasyonlar, buna göre stratejiler geliştirebilir ve daha etkili kararlar alabilir. Lojistik işletmelerinin günlük operasyonlardaki performanslarını değerlendirerek enerji tüketimini ve karbon emisyonlarını azaltmaya yönelik etkili önlemler almaları yararlıdır (George vd., 2016). He vd. (2017)'ne göre, politika ve stratejilerin formüle edilmesi sürdürülebilirlik açısından faydalıdır; fakat bu stratejilerin etkilerine ilişkin değerlendirmelerin ve aynı zamanda sürdürülebilirlik performansı değerlendirmesinin uygun bir raporlama sistemi aracılığıyla izlenmesi de gerekmektedir.

2.4.7 Şirket dışı uygulamaları ve sürdürülebilirlik performansı

Lojistik firmaları operasyonlarının doğası gereği, tedarik zincirindeki birçok firma ile ilişki kurmaktadır. Buna istinaden sürdürülebilirlik performanslarını arttırmak isteyen firmaların aynı zamanda zincirdeki diğer aktörleri de ele alarak yeşil uygulamalar geliştirmeleri gerekmektedir. Bir organizasyonun gerçekleştireceği dışsal yeşil iş birliği, onun yeşil performansını önemli ölçüde artıracaktır (Ahmed & Najmi, 2018). Organizasyonların tedarikçileri ile yeşil ilişkileri oldukça önemlidir. Bu noktada tedarikçilerle yeşil ve çevresel iş birliği, alıcılar ve tedarikçiler arasındaki faaliyetlerin çevresel hedeflere odaklandığı anlamına gelmektedir (Zhu vd., 2007). Organizasyonlar, tedarikçileriyle daha fazla iş birliğine sahip olduklarında çevresel performansları artmaktadır (Gimenez & Tachizawa, 2012). Fan & Kang (2023)'e göre,

sürdürülebilir tedarikçi seçimi, sürdürülebilir tedarikçi geliştirme uygulamaları yoluyla firmanın sürdürülebilirlik performansını etkilemektedir.

Geçtiğimiz 20 yılda, hükümetler, sanayi ve üçüncü taraf kuruluşlar tarafından gönüllü çevre programlarına kurumsal katılımı geliştirmek ve teşvik etmek için önemli çabalar harcanmıştır. Genel olarak çevresel yönetim programları, daha iyi çevresel performans arayışını belirlemek ve yönlendirmek için özel bir gerekçe ortaya koyar ve bunun karşılığında katılımcılara bunu yapmaları için faydalar sunar (Darnall & Sides, 2008). Gönüllü çevre programları, katılımcı firmaların proaktif çevre uygulamalarını benimsemesini gerektirir (DeBoer vd., 2017). Scott vd. (2023) çalışmalarında SmartWay adında bir çevresel gönüllülük programını ve etiklerini incelemişlerdir. Çalışmalarında, SmartWay Programının daha yeni, daha temiz kamyonlara yatırım yapma teşvikini artırarak operasyonlardan kaynaklanan ticari taşımacılık CO₂ emisyonlarını 25,2 milyon metrik ton azalttığını belirtmişlerdir. Gönüllü çevre programlarına katılım, organizasyonların rekabet açısından değerli yetenekler geliştirmelerine olanak sağlayabilir (Khanna vd., 2007). Katılımcı organizasyonlar üstün çevresel performansları için sertifikalar alarak, bu sertifikaları daha sonra pazarda kullanabilirler (Potoski & Prakash, 2005).

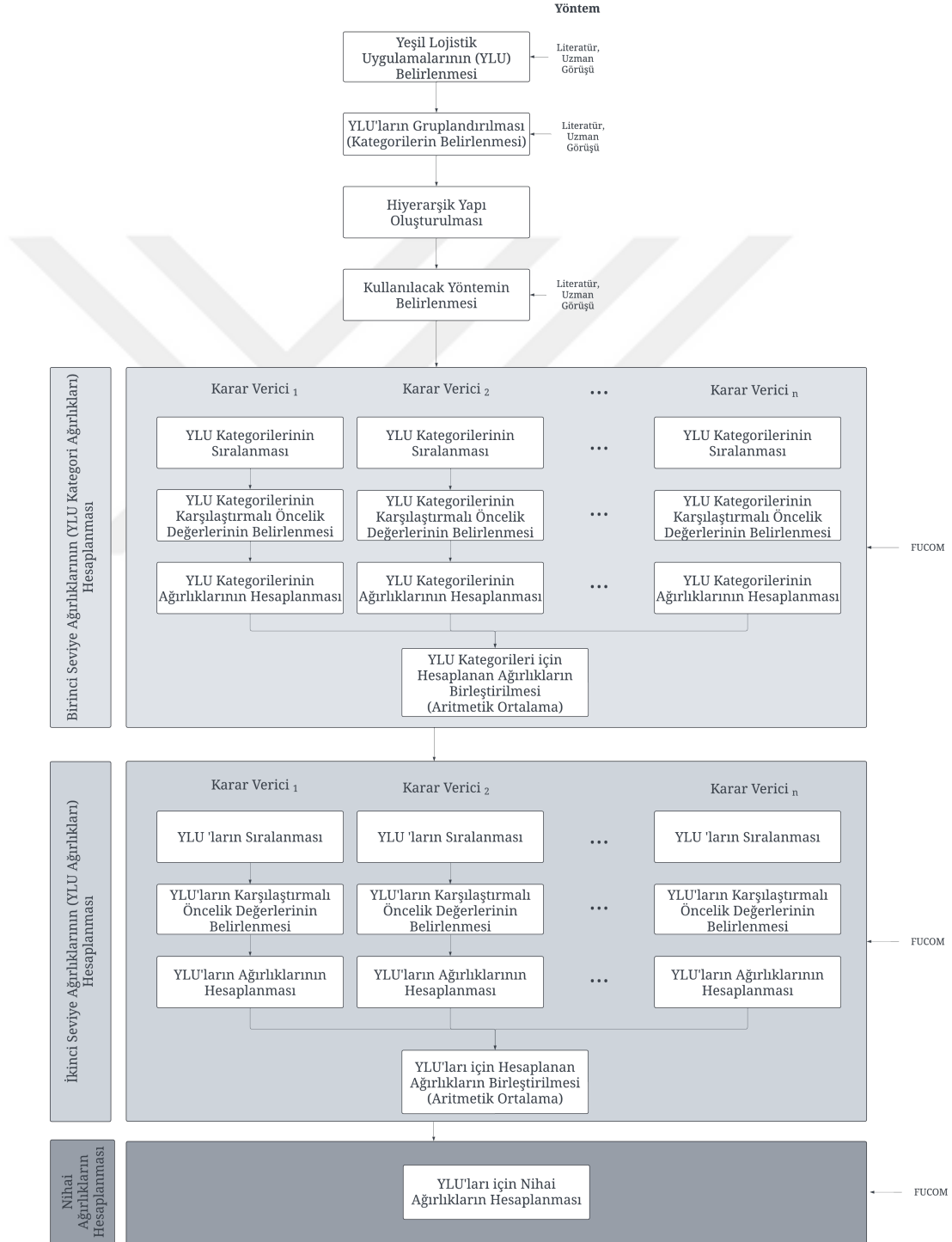
Operasyonlarında çevresel zararı en aza indirmek isteyen firmalar, çevresel yönetim sistemlerine önem vererek çeşitli standartları yönetim stratejilerine entegre etmeyi amaçlamışlardır. Bu standartlardan biri de 1996 yılında Uluslararası Standardizasyon Örgütü tarafından geliştirilmiş ISO14001'dir. ISO 14001, bir şirketin tamamının veya bir kısmının çevre politikasını oluşturmasını veya güçlendirmesini, operasyonlarının çevresel yönlerini tanımlamasını, çevresel amaç ve hedefleri tanımlamasını, çevresel performans hedeflerine ulaşmak için bir program uygulamasını, izlemesini ve geliştirmesini sağlayan bir dizi kılavuzdur (Naudé vd., 2011). ISO 14001'in benimsenmesi, organizasyonlar için hem çevresel performansta hem de iş performansında gerçek iyileştirmelere yol açar (Ferrón-Vílchez, 2016).

Bu bilgilerden yola çıkılarak bu çalışmada yeşil lojistik uygulamalarının sürdürülebilirlik performansına etkisinin ölçülmesi amaçlanmaktadır. Takip eden 3. bölümde bu amacı gerçekleştirmek adına yapılan çalışmanın adımları açıklanmıştır.



3. METODOLOJİ

Bu çalışmanın amacı, yeşil lojistik uygulamalarının sürdürülebilirlik performansına katkılarının değerlendirilmesi ve bu uygulamaların önceliklendirilmesidir. Bu önceliklendirme için çalışmada izlenen adımların bulunduğu genel çerçeve Şekil 3.1’de verilmiştir.



3.1 Adım 1: Yeşil Lojistik Uygulamalarının Belirlenmesi

Bu araştırmaya konu olan ve sürdürülebilirlik performansını ne şekilde etkilediği incelenen yeşil lojistik uygulamalarının belirlenmesi için literatür araştırması ve uzman görüşlerine başvurulmuştur. Literatür araştırması ‘Green Logistics’, ‘Green Logistics Practices’, ‘Green Logistics Management’, ‘Fleet Management’, ‘Green Logistics Methods’, ‘Green Logistics Activities’ ve ‘Environmental Logistics’ anahtar kelimeleri kullanılarak Web of Science veritabanında gerçekleştirilmiştir. İlgili anahtar kelimelerin çalışmanın başlığında ve özet kısmında yer almasına dikkat edilmiş, dolayısıyla, arama filtrelerine bu kriterler de eklenmiştir. Arama sonucunda çıkan yayınlar yayımlandıkları dergilerin indekslerine göre tekrar filtrelenerek, ‘SSCI’, ‘SCI’ ve ‘SCI-Expanded’ indekslerinde yer alan dergilerde yayımlanan makalelerin incelenmesine karar verilmiştir. Bu filtrelemeler sonucunda listelenen çalışmaların araştırma kriterlerine uygun olup olmadığı, çalışmaların başlık ve özetleri okunduktan sonra belirlenmiş ve daha sonra uygun olduğuna karar verilen çalışmaların ayrıntılı incelemesi yapılmıştır.

Adımları yukarıda özetlenen literatür taramasından sonra detaylı olarak incelenen çalışmalarda yer alan yeşil lojistik uygulamaları listelenmiştir. Listelenen yeşil lojistik uygulamaları uzman görüşlerinden de yararlanılarak birleştirilmiş ve bu çalışmada incelenmek üzere 36 adet yeşil lojistik uygulaması belirlenmiştir (Bkz. Çizelge 3.1).

3.2 Adım 2: Yeşil Lojistik Uygulamalarının Gruplandırılması

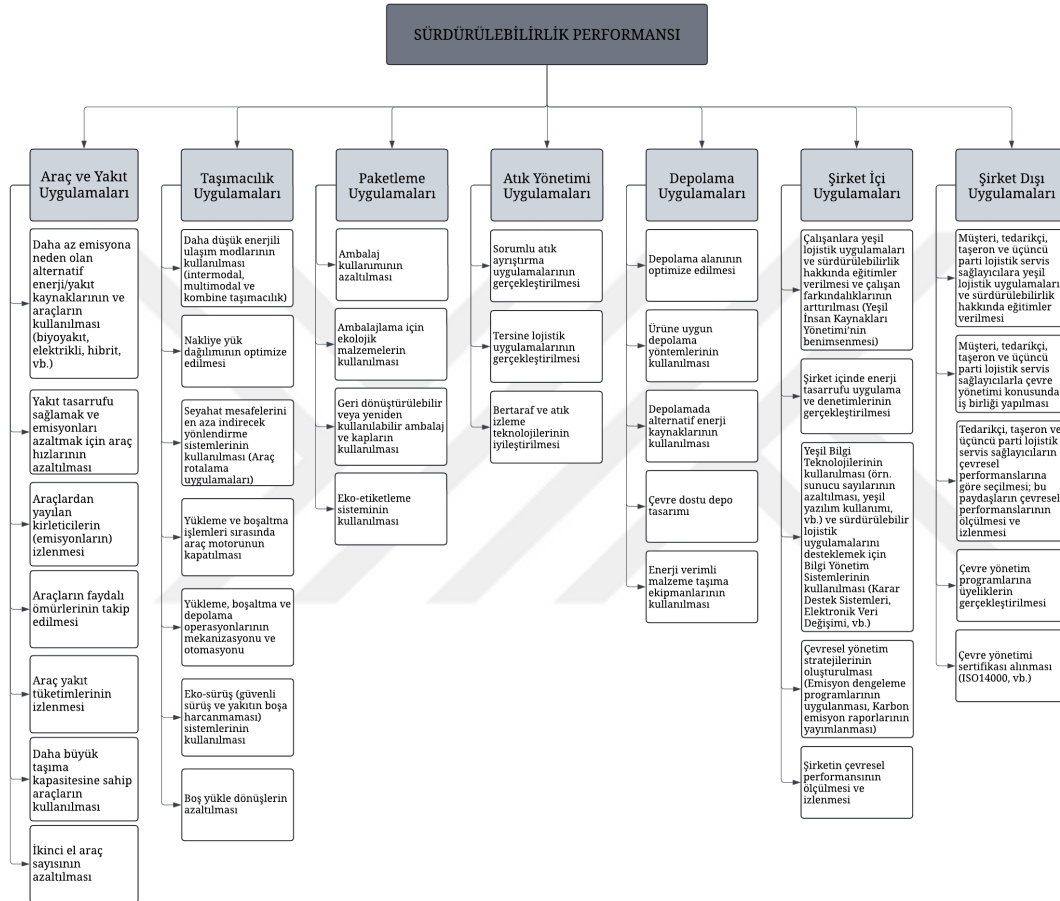
İkinci adımda, bir önceki adımda belirlenen 36 yeşil lojistik uygulamasının gruplandırılması için bir çalışma yürütülmüştür. Öncelikli olarak literatür araştırması sonucunda incelenen çalışmalarda söz konusu uygulamaların gruplanıp gruplanmadığı belirlenerek, bu çalışmalarda gerçekleştirilen gruplamalar için ayrı bir tablo oluşturulmuştur. Uzman görüşlerine de başvurularak ilgili kategoriler birleştirilerek netleştirilmiştir. Sonrasında literatür taraması sonucunda belirlenen 36 adet yeşil lojistik uygulaması belirlenen 7 kategori altında gruplandırılmıştır (Bkz. Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1 : Çalışma kapsamında incelenen yeşil lojistik uygulamaları.

Kategoriler	Uygulamalar
Araç ve Yakıt Uygulamaları	Daha az emisyonu neden olan alternatif enerji/yakıt kaynaklarının ve araçların kullanılması (biyoyakıt, elektrikli, hibrit, vb.) Yakıt tasarrufu sağlamak ve emisyonları azaltmak için araç hızlarının azaltılması Araçlardan yayılan kirleticilerin (emisyonların) izlenmesi Araçların faydalı ömürlerinin takip edilmesi Araç yakıt tüketimlerinin izlenmesi Daha büyük taşıma kapasitesine sahip araçların kullanılması İkinci el araç sayısının azaltılması
Taşımacılık Uygulamaları	Daha düşük enerjili ulaşım modlarının kullanılması (intermodal, multimodal ve kombine taşımacılık) Nakliye yük dağılımının optimize edilmesi Seyahat mesafelerini en aza indirecek yönlendirme sistemlerinin kullanılması (araç rotalama uygulamaları) Yükleme ve boşaltma işlemleri sırasında araç motorunun kapatılması Yükleme, boşaltma ve depolama operasyonlarının mekanizasyonu ve otomasyonu Eko-sürüş (güvenli sürüş ve yakıtın boşa harcanmaması) sistemlerinin kullanılması Boş yükle dönüşlerin azaltılması
Paketleme Uygulamaları	Ambalaj kullanımının azaltılması Ambalajlama için ekolojik malzemelerin kullanılması Geri dönüştürülebilir veya yeniden kullanılabilir ambalaj ve kapların kullanılması Eko-etiketleme sisteminin kullanılması
Atık Yönetimi Uygulamaları	Sorumlu atık ayrıştırma uygulamalarının gerçekleştirilmesi Tersine lojistik uygulamalarının gerçekleştirilmesi Bertaraf ve atık izleme teknolojilerinin iyileştirilmesi
Depolama Uygulamaları	Depolama alanının optimize edilmesi Ürüne uygun depolama yöntemlerinin kullanılması Depolamada alternatif enerji kaynaklarının kullanılması Çevre dostu depo tasarımı Enerji verimli malzeme taşıma ekipmanlarının kullanılması
Şirket İçi Uygulamalar	Çalışanlara yeşil lojistik uygulamaları ve sürdürülebilirlik hakkında eğitimler verilmesi ve çalışan farkındalıklarının artırılması (Yeşil İnsan Kaynakları Yönetimi'nin benimsenmesi) Şirket içinde enerji tasarrufu uygulama ve denetimlerinin gerçekleştirilmesi Yeşil Bilgi Teknolojilerinin kullanılması (örn. sunucu sayılarının azaltılması, yeşil yazılım kullanımı, vb.) ve sürdürülebilir lojistik uygulamalarını desteklemek için Bilgi Yönetim Sistemleri'nin kullanılması (Karar Destek Sistemleri, Elektronik Veri Değişimi, vb.) Çevresel yönetim stratejilerinin oluşturulması (Emisyon dengeleme programlarının uygulanması, Karbon emisyon raporlarının yayımlanması) Şirketin çevresel performansının ölçülmesi ve izlenmesi
Şirket Dışı Uygulamalar	Müşteri, tedarikçi, taşıyon ve üçüncü parti lojistik servis sağlayıcılara yeşil lojistik uygulamaları ve sürdürülebilirlik hakkında eğitimler verilmesi Müşteri, tedarikçi, taşıyon ve üçüncü parti lojistik servis sağlayıcılarla çevre yönetimi konusunda iş birliği yapılması Tedarikçi, taşıyon ve üçüncü parti lojistik servis sağlayıcıların çevresel performanslarına göre seçilmesi; bu paydaşların çevresel performanslarının ölçülmesi ve izlenmesi Çevre yönetim programlarına üyeliklerin gerçekleştirilmesi Çevre yönetimi sertifikası alınması (ISO14000, vb.)

3.3 Adım 3: Hiyerarşik Yapı Oluşturulması

Üçüncü adımda, araştırmanın amacı göz önünde bulundurularak, bir önceki adımda belirlenen yeşil lojistik uygulamaları için hiyerarşik bir yapı oluşturulmuştur. Sürdürülebilirlik performansına etkileri incelenen yeşil lojistik uygulamaları ve yeşil lojistik uygulama kategorileri bu hiyerarşide gösterilmiştir (Bkz. Şekil 3.2).



Şekil 3.2 : Yeşil lojistik uygulamalarına ilişkin hiyerarşik yapı.

3.4 Adım 4: Kullanılacak Yöntemin Belirlenmesi

Dördüncü adımda bu çalışmada kullanılacak yöntem, uzman görüşü ve literatür araştırması sonuçlarından hareketle belirlenmiştir. Uzmanların birden fazla alternatif içinden seçim yapmasını gerektiren bu çalışma için, Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemleri araştırılmıştır. Örneğin, Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) (Saaty, 1980), En İyi-En Kötü Metodu (BWM) (Rezaei, 2015) ve Karar Verme Deneme ve Değerlendirme Laboratuvarı (DEMATEL) (E. Fontela & Gabus, 1974) bu

yöntemlerden bazılarıdır. Karar probleminde ‘n’ adet kriterin bulunması durumunda, AHP’de ‘ $n(n-1)/2$ ’, BWM’de ‘ $(2n-3)$ ’ ve DEMATEL’de ‘ $n(n-1)$ ’ adet ikili karşılaştırma yapılması gereklidir (Ecer, 2020). Çok sayıda karşılaştırma, özellikle çok sayıda kriterin olduğu durumlarda modelin uygulanmasını daha karmaşık hale getirir (Žižovic & Pamucar, 2019). Öte yandan Tam Tutarlılık Yönteminde (FUCOM: Full Consistency Method) (Pamučar vd., 2018), çözüm için ‘n-1’ adet karşılaştırma yapılması yeterlidir. Çok daha az sayıda karşılaştırma ile tutarlı bir çözüme ulaşılması açısından FUCOM oldukça avantajlıdır. Sonuç olarak, bu çalışma için FUCOM yönteminin kullanılmasına karar verilmiştir. Bu yöntemin seçilmesinin en temel nedenlerinden biri yeşil lojistik uygulamalarına ilişkin oluşturulan ve Şekil 3.2’de verilen hiyerarşik yapıda yer alan önceliklendirilecek uygulama sayısının fazla olmasıdır. Uygulama sayısının fazla olması, söz konusu uygulamaları önceliklendirirken yapılacak karşılaştırma sayılarının da artmasına sebep olduğundan ve FUCOM yönteminde n kriter için sadece $n-1$ adet ikili karşılaştırma yapılması gerektiğinden, diğer bir ifadeyle, daha az sayıda ikili karşılaştırma yapılması gerektiğinden, çalışmada FUCOM yönteminin kullanılmasının uygun olduğuna karar verilmiştir.

3.5 Adım 5: FUCOM Yönteminin Uygulanması

Çalışma kapsamında hem yeşil lojistik uygulama kategorilerinin hem de kategorilerde bulunan uygulamaların sürdürülebilirlik performansına etkileri incelendiğinden, FUCOM yöntemi hiyerarşik yapıda yer alan iki seviye için ayrı ayrı uygulanmış ve birinci seviyede yeşil lojistik uygulama kategorilerinin ağırlık değerleri, ikinci seviyede ise yeşil lojistik uygulamalarının ağırlık değerleri hesaplanmıştır. Sonrasında hesaplanan bu ağırlıklar kullanılarak, yeşil lojistik uygulamalarının nihai ağırlıkları hesaplanmıştır.

FUCOM, Pamučar vd., (2018) tarafından geliştirilen, ÇKKV yöntemlerinden biridir. Bu yöntemde, kriterlerin ağırlık katsayıları metoda uygun olarak ve tutarlı şekilde karşılaştırılır. FUCOM aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır:

3.5.1 Adım 5.1: Kriterlerin/Seçeneklerin sıralanması

Sıralama, önceden belirlenmiş kriter/seçenek kümesi $C = \{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ içinden yapılır. Sıralama, kriterlerin önem derecesine göre, yani en yüksek ağırlık katsayısına sahip olması beklenen kriterden başlayarak en az öneme sahip kritere doğru yapılır.

Bunun sonucunda bir sıralama oluşur.

$$C = C_{j(1)} > C_{j(2)} > \dots > C_{j(k)} \quad (2.1)$$

k : gözlenen kriter sayısı

Eğer aynı öneme sahip, iki veya daha fazla kriter var ise, denklem 2.1'deki ifadede söz konusu kriterlerin arasına ">" işareti yerine "=" işareti konur.

3.5.2 Adım 5.2: Kriterlerin/Seçeneklerin önemlerinin belirlenmesi

Bu adımda, sıralanan kriterler/seçenekler arasında ikili karşılaştırma yapılır ve bu kriterlerin/seçeneklerin karşılaştırmalı önceliği ($\varphi_{k/(k+1)}$, $k = 1, 2, \dots, n$ için, k kriterlerin/seçeneklerin sıralamasını temsil etmek üzere) belirlenir. Burada, $\varphi_{k/(k+1)}$ k . sırada bulunan kriterin/seçeneğin ($k+1$). sırada bulunan kritere/seçeneğe olan üstünlük değerini ifade etmektedir. Böylece değerlendirilen kriterlerin/seçeneklerin karşılaştırmalı öncelikleri denklem 2.2'de gösterildiği şekilde elde edilir.

$$\Phi = (\varphi_{1/2}, \varphi_{2/3}, \dots, \varphi_{k/(k+1)}) \quad (2.2)$$

3.5.3 Adım 5.3: Ağırlık katsayılarının nihai değerlerinin bulunması

Bu adımda, değerlendirilen kriterlerin/seçeneklerin ağırlık katsayılarının nihai değerleri $(w_1, w_2, \dots, w_n)^T$ hesaplanır.

Hesaplanan ağırlık katsayıları aşağıdaki iki koşulu sağlamalıdır.

Koşul 1: Ağırlık katsayılarının oranı, adım 5.2'de tanımlanan, incelenen kriterler/seçenekler arasındaki karşılaştırmalı önceliğe ($\varphi_{k/(k+1)}$) eşittir. Dolayısıyla, denklem 2.3'te verilen koşul karşılanır.

$$\frac{w_k}{w_{(k+1)}} = \varphi_{k/(k+1)} \quad (2.3)$$

Koşul 2: Ağırlık katsayılarının nihai değerleri, aşağıda gösterildiği şekilde matematiksel geçişlilik koşulunu sağlamalıdır.

$$\varphi_{k/(k+1)} \otimes \varphi_{(k+1)/(k+2)} = \varphi_{k/(k+2)} \quad (2.4)$$

Buna istinaden

$$\varphi_{k/(k+1)} = \frac{w_k}{w_{(k+1)}} \quad (2.5)$$

ve

$$\varphi_{(k+1)/(k+2)} = \frac{w_{(k+1)}}{w_{(k+2)}} \quad (2.6)$$

$$\frac{w_k}{w_{(k+1)}} \otimes \frac{w_{(k+1)}}{w_{(k+2)}} = \frac{w_k}{w_{(k+2)}} \quad (2.7)$$

olur.

Böylece incelenen kriterlerin/seçeneklerin ağırlık katsayılarının nihai değerlerinin sağlaması gereken ve denklem 2.8’de belirtilen ikinci koşul elde edilir.

$$\frac{w_k}{w_{(k+2)}} = \varphi_{k/(k+1)} \otimes \varphi_{(k+1)/(k+2)} \quad (2.8)$$

Denklem 2.3 ve denklem 2.8’de belirtilen koşullar sağlandığında, maksimum tutarlılık gerçekleşir ve Maksimum Tutarlılıktan Sapma (χ) (DMC: Deviation from Maximum Consistency) katsayısının değeri minimum olur.

Bu tanımlamalara dayanarak, incelenen kriterlerin ağırlık katsayılarının nihai değerlerinin belirlenmesine yönelik nihai model aşağıdaki şekilde tanımlanır.

$$\begin{aligned} & \min \chi \\ & s.t. \\ & \left| \frac{w_{j(k)}}{w_{j(k+1)}} - \varphi_{k/(k+1)} \right| = \chi, \forall_j \\ & \left| \frac{w_{j(k)}}{w_{j(k+2)}} - \varphi_{k/(k+1)} \otimes \varphi_{(k+1)/(k+2)} \right| = \chi, \forall_j \\ & \sum_{j=1}^n w_j = 1, \forall_j \\ & w_j \geq 0, \forall_j \end{aligned} \quad (2.9)$$



4. UYGULAMA

Yeşil lojistik uygulamalarının sürdürülebilirlik performansına katkılarının değerlendirilmesi ve bu uygulamaların önceliklendirilmesi amacıyla bir önceki bölümde açıklanan metodolojinin uygulanmasına ilişkin detaylar bu bölümde açıklanacaktır.

4.1 Veri Toplanması

Yeşil lojistik uygulamalarının ağırlıklarının hesaplanması için kullanılacak FUCOM yönteminin uygulanabilmesi için uzman görüşlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Buna istinaden, Türkiye’de faaliyet gösteren bir lojistik firması ele alınmıştır. Söz konusu firma, Türkiye merkezli olarak 1990 yılında kurulmuştur ve operasyonlarını Türkiye başta olmak üzere 11 ülkede yürütmektedir ve kara, deniz, hava, demiryolu, intermodal, ulusal dağıtım taşımacılık modellerini kullanarak hizmet vermektedir. Aynı zamanda depolama faaliyetleri, gümrükleme operasyonları da yürütmektedir ve bünyesinde barındırdığı, sektörün ilk Ar-Ge merkezi ile de lojistik uygulamalarına teknolojik çözümler sunmaktadır. Firma, çevreci lojistik uygulamaları yürütmek için operasyonlarında yeşil lojistiği baz almıştır. Ayrıca, 2023 yılında kombine taşımacılık kapsamında gerçekleştirdiği operasyonlarla Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı tarafından Yeşil Lojistik Belgesi almıştır ve Türkiye’de bu belgeyi alan ilk lojistik şirketi olmuştur. Ek olarak firma, net sıfır karbon emisyonu hedefine uyum sağlamak için birçok uygulama yapmaktadır. Bu uygulamalar sonucunda 2020 yılından 2030 yılına kadar ortalama her yıl %4 enerji tasarrufu sağlamayı hedeflemektedir. Ayrıca firma, kurumsal ana değerleri ve hedefleri arasında sürdürülebilirliği stratejik olarak konumlandırmaktadır ve operasyonlarında yeşil lojistik ve sürdürülebilirlik ilkelerini benimsemişlerdir. Bu çalışma kapsamında ele alınan firmada bulunan operasyonel ve sürdürülebilirlik ile bağlantılı departmanlarla iletişime geçilmiş ve görüşlerine başvurulacak dört uzman belirlenmiştir. Bu uzmanlar firmanın ‘Sürdürülebilirlik Stratejileri’, ‘İklim Değişikliğine Uyum – Kurumsal Sürdürülebilirlik’ ve ‘Kara Taşımacılığı’ departmanlarında çalışmaktadırlar. Uzmanların sektördeki deneyim süreleri 8 yıldan başlayıp, 14 yıla kadar devam etmektedir.

FUCOM yöntemi kullanılarak yeşil lojistik uygulama kategorilerinin ve yeşil lojistik uygulamalarının önem ağırlıklarının hesaplanması için gerekli veriler, bu dört

uzmanın görüşlerine başvurularak elde edilmiştir. Uzman görüşmeleri, çevrimiçi ortamda her bir uzman ile ayrı olarak yürütülmüş ve yaklaşık birer saat sürmüştür. Uzmanlara öncelikle çalışmanın amacı açıklanmış, sürdürülebilirlik performansı hakkında bilgi verilmiş ve yeşil lojistik uygulamaları ve kategorileri açıklanmıştır. Sürdürülebilirlik performansına etkisi ölçülen yeşil lojistik uygulama kategori ve uygulamalarının ağırlık hesaplamaları için iki seviyeli bir FUCOM uygulanacağından, uzmanlarla yapılan görüşmeler de buna istinaden iki seviyede yürütülmüştür ve uzmanlara şu sorular yöneltilmiştir.

- Birinci Seviye:
 - Belirtilen yeşil lojistik uygulama kategorilerini, sürdürülebilirlik performansına katkı açısından, önem sırasına göre sıralayınız.
 - Yaptığınız sıralamaya göre birinci sırada yer alan (en önemli) lojistik uygulama kategorisi, ikinci, üçüncü, dördüncü, ... sıradaki lojistik uygulama kategorisine kıyasla ne kadar önemlidir?
- İkinci Seviye:
 - Belirtilen yeşil lojistik uygulamalarını, sürdürülebilirlik performansına katkı açısından, önem sırasına göre sıralayınız.
 - Yaptığınız sıralamaya göre birinci sırada yer alan (en önemli) lojistik uygulaması, ikinci, üçüncü, dördüncü, ... sıradaki lojistik uygulamasına kıyasla ne kadar önemlidir?

Uzmanlar yeşil lojistik uygulama kategorilerinin ve yeşil lojistik uygulamalarının karşılaştırmalı öncelik değerlerini belirlerken, Çizelge 4.1’de verilen göreceli önem ölçeğini kullanmışlardır.

Çizelge 4.1 : Karşılaştırmalar için kullanılan göreceli önem ölçeği.

Önem Yoğunluğu	Tanım
1	Eşit Önemde
2	Eşit Önemle Biraz Daha Önemli Arası
3	Biraz Daha Önemli
4	Biraz Daha Önemli ile Oldukça Önemli Arası
5	Oldukça Önemli
6	Oldukça Önemli ile Çok Önemli Arası
7	Çok Önemli
8	Çok Önemli ile Son Derece Önemli Arası
9	Son Derece Önemli

4.2 FUCOM Yönteminin Uygulanması

4.2.1 Adım 1: Birinci seviye yeşil lojistik uygulama kategori ağırlıklarının hesaplanması

Birinci seviye yeşil lojistik uygulama kategori ağırlıklarının hesaplanması için, metodoloji bölümünde belirtilen dört uzman (bundan sonra karar vericiler olarak bahsedilecektir) öncelikle Çizelge 3.1’de listelenen yeşil lojistik uygulama kategorilerini sürdürülebilirlik performansına katkıları açısından en önemliden en az önemliye doğru sıralamışlar; daha sonra bu sıralamaya göre her bir kategori için karşılaştırmalı öncelik değerlerini Çizelge 4.1’de verilen önem ölçeğini kullanarak belirtmişlerdir. Bu karşılaştırmalı öncelik değerleri kullanılarak, Excel Solver eklentisi ile her bir kategorinin ağırlığı hesaplanmıştır. Bu ağırlıklar hesaplanırken, tam tutarlıktan sapma değeri sıfır olarak ölçülmüştür. Bu değer, hesaplanan ağırlık değerlerinin kriterlerin karşılaştırmalı öncelik değerinden sapma değeri olduğundan, ağırlık değerlerinin güvenilirliği de sağlanmıştır. Her bir karar verici için ayrı ayrı yapılan bu işlemler sonucunda hesaplanan yeşil lojistik uygulama kategori ağırlıklarının aritmetik ortalaması alınarak nihai ağırlıklar hesaplanmıştır (Bkz. Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2 : Yeşil lojistik uygulama kategorileri.

Yeşil Lojistik Uygulama Kategorileri	Tanım
YLUK ₁	Araç ve Yakıt Uygulamaları
YLUK ₂	Taşımacılık Uygulamaları
YLUK ₃	Paketleme Uygulamaları
YLUK ₄	Atık Yönetimi Uygulamaları
YLUK ₅	Depolama Uygulamaları
YLUK ₆	Şirket İçi Uygulamaları
YLUK ₇	Şirket Dışı Uygulamaları

Yeşil lojistik uygulama kategorilerinin ağırlıklarının hesaplanmasına ilişkin detaylar takip eden bölümlerde ayrıntılı şekilde açıklanmıştır.

4.2.1.1 Yeşil lojistik uygulama kategorilerinin sıralanması

İlk olarak, karar vericiler Çizelge 3.1’de verilen yeşil lojistik uygulama kategorilerini sürdürülebilirlik performansına katkı açısından önem derecesine göre (en önemliden en az önemliye) sıralamışlardır. Buna istinaden her bir karar vericinin yeşil lojistik

uygulama kategorileri için yaptığı önem sıralamaları Çizelge 4.3'te verilmiştir. Çizelge 4.3'te yer alan “>” işareti bir kategorinin diğerinden daha önemli olduğunu, “=” işareti ise bir kategorinin diğeri ile eşit önemde olduğunu ifade etmektedir.

Çizelge 4.3 : Yeşil lojistik uygulama kategorilerinin sıralamaları.

Karar Vericiler	Yeşil Lojistik Uygulama Kategori Sıralamaları
KV ₁	YLUK ₂ > YLUK ₁ > YLUK ₅ > YLUK ₃ > YLUK ₄ > YLUK ₆ > YLUK ₇
KV ₂	YLUK ₂ > YLUK ₁ > YLUK ₄ > YLUK ₆ > YLUK ₃ > YLUK ₅ > YLUK ₇
KV ₃	YLUK ₂ > YLUK ₁ > YLUK ₃ = YLUK ₄ > YLUK ₅ > YLUK ₆ = YLUK ₇
KV ₄	YLUK ₂ > YLUK ₁ > YLUK ₃ > YLUK ₆ > YLUK ₅ > YLUK ₄ > YLUK ₇

Örneğin, KV₁'e göre, YLUK₂ yeşil lojistik uygulama kategorisi (Taşımacılık Uygulamaları) sürdürülebilirlik performansına katkısı düşünüldüğünde, en önemli yeşil lojistik uygulama kategorisidir.

4.2.1.2 Yeşil lojistik uygulama kategorilerinin karşılaştırmalı öncelik değerlerinin belirlenmesi

Karar vericiler bir önceki bölümde açıklanan kategori sıralamalarını yaptıktan sonra, kategorilerin karşılaştırmalı öncelik değerlerini belirlemişlerdir. Bu değerlerin belirlenmesi için en önemli kategori, diğer kategorilerle karşılaştırılmıştır ve bu karşılaştırmalar yapılırken daha önce Çizelge 4.1'de belirtilen göreceli önem ölçeği kullanılmıştır. Belirlenen karşılaştırmalı öncelik değerleri her bir karar verici için ayrı ayrı olacak şekilde Çizelge 4.4'te belirtilmiştir.

Çizelge 4.4 : Yeşil lojistik uygulama kategorilerinin karşılaştırmalı öncelik değerleri.

KV₁							
Önem Sırası	YLUK ₂	YLUK ₁	YLUK ₅	YLUK ₃	YLUK ₄	YLUK ₆	YLUK ₇
Karşılaştırmalı Öncelik Değeri	1	3	5	6	7	8	9
KV₂							
Önem Sırası	YLUK ₂	YLUK ₁	YLUK ₄	YLUK ₆	YLUK ₃	YLUK ₅	YLUK ₇
Karşılaştırmalı Öncelik Değeri	1	2	3	4	5	7	8
KV₃							
Önem Sırası	YLUK ₂	YLUK ₁	YLUK ₃	YLUK ₄	YLUK ₅	YLUK ₆	YLUK ₇
Karşılaştırmalı Öncelik Değeri	1	2	3	3	5	7	7
KV₄							
Önem Sırası	YLUK ₂	YLUK ₁	YLUK ₃	YLUK ₆	YLUK ₅	YLUK ₄	YLUK ₇
Karşılaştırmalı Öncelik Değeri	1	3	4	5	7	8	9

Örneğin, KV₁ için sürdürülebilirlik performansına katkı sağlayan en önemli yeşil lojistik uygulama kategorisi YLUK₂, yani taşımacılık uygulamalarıdır ve bu kategori YLUK₁ kategorisinden (araç ve yakıt uygulamaları) biraz daha önemlidir. Buna göre

YLUK₂ kategorisinin karşılaştırmalı öncelik değeri 1 iken, YLUK₁ kategorisinin karşılaştırmalı öncelik değeri 3'tür.

4.2.1.3 Yeşil lojistik uygulama kategorilerinin ağırlıklarının hesaplanması

Yeşil lojistik uygulama kategorilerinin karşılaştırmalı öncelik değerlerinin belirlenmesinin ardından, karar vericiler tarafından sıralanan ve karşılaştırmalı öncelik değerleri belirlenen yeşil lojistik uygulama kategorilerinin ağırlıkları hesaplanmıştır. Bunun için karar vericilerin yaptıkları sıralama ve belirledikleri karşılaştırmalı öncelik değerleri kullanılarak, her bir karar verici için bir doğrusal programlama modeli kurulmuştur. Aşağıda Karar Verici 1'e ait doğrusal programlama modelinin oluşturulmasına ilişkin hesaplamalar verilmiştir. Yeşil lojistik uygulama kategorilerinin karşılaştırmalı öncelik değerleri:

$$\varphi_{YLUK2/YLUK1} = \frac{3}{1} = 3$$

$$\varphi_{YLUK1/YLUK5} = \frac{5}{3} = 1,67$$

$$\varphi_{YLUK5/YLUK3} = \frac{6}{5} = 1,2$$

$$\varphi_{YLUK3/YLUK4} = \frac{7}{6} = 1,17$$

$$\varphi_{YLUK4/YLUK6} = \frac{8}{7} = 1,14$$

$$\varphi_{YLUK6/YLUK7} = \frac{9}{8} = 1,12$$

$$\Phi = (3; 1,67; 1,2; 1,17; 1,14; 1,12)$$

Denklem 2.3'e istinaden,

$$\frac{W_{YLUK2}}{W_{YLUK1}} = 3$$

$$\frac{W_{YLUK1}}{W_{YLUK5}} = 1,67$$

$$\frac{W_{YLUK5}}{W_{YLUK3}} = 1,2$$

$$\frac{W_{YLUK3}}{W_{YLUK4}} = 1,17$$

$$\frac{W_{YLUK4}}{W_{YLUK6}} = 1,14$$

$$\frac{W_{YLUK6}}{W_{YLUK7}} = 1,12$$

ve Denklem 2.8'e istinaden

$$\frac{W_{YLUK2}}{W_{YLUK5}} = 3 \times 1,67 = 5$$

$$\frac{W_{YLUK1}}{W_{YLUK3}} = 1,67 \times 1,2 = 2$$

$$\frac{W_{YLUK5}}{W_{YLUK4}} = 1,2 \times 1,17 = 1,4$$

$$\frac{W_{YLUK3}}{W_{YLUK6}} = 1,17 \times 1,14 = 1,33$$

$$\frac{W_{YLUK4}}{W_{YLUK7}} = 1,14 \times 1,12 = 1,28$$

Dolayısıyla, yeşil lojistik uygulama kategorilerinin ağırlıklarını hesaplamak üzere Karar Verici 1 için kurulan doğrusal programlama modeli aşağıda verilmiştir. Diğer karar vericiler için de doğrusal programlama modelleri benzer şekilde oluşturulmuştur.

$$\min \chi$$

$$s.t.$$

$$\left| \frac{W_{YLUK2}}{W_{YLUK1}} - 3 \right| = \chi$$

$$\left| \frac{W_{YLUK1}}{W_{YLUK5}} - 1,67 \right| = \chi$$

$$\left| \frac{W_{YLUK5}}{W_{YLUK3}} - 1,2 \right| = \chi$$

$$\left| \frac{W_{YLUK3}}{W_{YLUK4}} - 1,17 \right| = \chi$$

$$\left| \frac{W_{YLUK4}}{W_{YLUK6}} - 1,14 \right| = \chi$$

$$\left| \frac{W_{YLUK6}}{W_{YLUK7}} - 1,12 \right| = \chi$$

$$\left| \frac{W_{YLUK2}}{W_{YLUK5}} - 5 \right| = \chi$$

$$\left| \frac{W_{YLUK1}}{W_{YLUK3}} - 2 \right| = \chi$$

$$\left| \frac{w_{YLUK5}}{w_{YLUK4}} - 1,4 \right| = \chi$$

$$\left| \frac{w_{YLUK3}}{w_{YLUK6}} - 1,33 \right| = \chi$$

$$\left| \frac{w_{YLUK4}}{w_{YLUK7}} - 1,28 \right| = \chi$$

$$\sum_{j=1}^7 w_j = 1, \forall_j$$

$$w_j \geq 0, \forall_j$$

Kurulan bu doğrusal programlama modelleri Excel Solver eklentisi kullanılarak ayrı ayrı çözülmüştür. KV₁ için kurulan modelin çözümü ve sapma değerinin hesaplanmasına ilişkin Excel'den alınan ekran görüntüsü Şekil 4.1'de verilmiştir.

YLUK Sayısı= 7	1	2	3	4	5	6	7
YLUK Adı	YLUK1	YLUK2	YLUK3	YLUK4	YLUK5	YLUK6	YLUK7
Sıralama	2	1	4	5	3	6	7
YLUK'ler (Önem sırasına göre)	YLUK2	YLUK1	YLUK5	YLUK3	YLUK4	YLUK6	YLUK7
Karşılaştırmalı Öncelikler	1	3	5	6	7	8	9
Ağırlıklar	YLUK2	YLUK1	YLUK5	YLUK3	YLUK4	YLUK6	YLUK7
	0,481	0,160	0,096	0,080	0,069	0,061	0,053
TTS (χ)	0,000						

Şekil 4.1 : KV1 için yeşil lojistik uygulama kategorilerinin ağırlıklarının hesabı.

Tüm karar vericiler için kurulan modeller yukarıda belirtildiği üzere Excel Solver eklentisi kullanılarak çözülmüş ve karar vericiler bazında hesaplanan yeşil lojistik uygulama kategorilerinin ağırlık değerleri Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5 : Yeşil lojistik uygulama kategorilerinin ağırlık değerleri.

Yeşil Lojistik Uygulama Kategorileri	KV ₁	KV ₂	KV ₃	KV ₄
YLUK ₁	0,160	0,196	0,188	0,154
YLUK ₂	0,481	0,392	0,377	0,462
YLUK ₃	0,080	0,078	0,126	0,116
YLUK ₄	0,069	0,132	0,126	0,058
YLUK ₅	0,096	0,056	0,075	0,067
YLUK ₆	0,061	0,098	0,054	0,092
YLUK ₇	0,053	0,048	0,054	0,051

4.2.1.4 Yeşil lojistik uygulama kategorileri için hesaplanan ağırlıkların birleştirilmesi

Bir önceki adımda karar verici bazında hesaplanan yeşil lojistik uygulama kategorilerinin ağırlıklarının aritmetik ortalaması alınarak, nihai ağırlıklar hesaplanmıştır. Hesaplanan ağırlık değerleri Çizelge 4.6’da belirtilmiştir.

Çizelge 4.6 : Yeşil lojistik uygulama kategorilerinin ağırlık değerleri.

Yeşil Lojistik Uygulama Kategorileri	Ağırlık Değerleri
YLUK ₁	0,174
YLUK ₂	0,428
YLUK ₃	0,100
YLUK ₄	0,096
YLUK ₅	0,074
YLUK ₆	0,076
YLUK ₇	0,052

Yeşil lojistik uygulama kategorileri için hesaplanan bu ağırlık değerlerinden yola çıkılarak, yeşil lojistik uygulama kategorilerinin sürdürülebilirlik performansına etkileri düşünüldüğünde en önemli kategori en yüksek ağırlık değerine (0,428) sahip olan taşımacılık uygulamaları (YLUK₂) kategorisidir.

4.2.2 Adım 2: İkinci seviye yeşil lojistik uygulama ağırlıklarının hesaplanması

Bu adımda karar vericiler ikinci seviye yeşil lojistik uygulama ağırlıklarının hesaplanması için öncelikle Çizelge 4.7’de listelenen yeşil lojistik uygulamalarını sürdürülebilirlik performansına katkıları açısından en önemliden en az önemliye doğru sıralamışlar; daha sonra bu sıralamaya göre her bir uygulama için karşılaştırmalı öncelik değerlerini Çizelge 4.1’de verilen görelî önem ölçeğini kullanarak belirtmişlerdir. Bu karşılaştırmalı öncelik değerleri kullanılarak, Excel Solver eklentisi ile her bir uygulamanın ağırlığı hesaplanmıştır. Her bir karar verici için ayrı ayrı yapılan bu işlemler sonucunda hesaplanan yeşil lojistik uygulama ağırlıklarının aritmetik ortalaması alınarak nihai ağırlıklar hesaplanmıştır.

Yeşil lojistik uygulama ağırlıklarının hesaplanmasına ilişkin detaylar takip eden bölümlerde ayrıntılı şekilde açıklanmıştır.

Çizelge 4.7 : Yeşil lojistik uygulamaları.

YLUK	YLU	Tanım
YLUK ₁	YLU ₁₁	Daha az emisyonu neden olan alternatif enerji/yakıt kaynaklarının ve araçların kullanılması (biyoyakıt, elektrikli, hibrit, vb.)
	YLU ₁₂	Yakıt tasarrufu sağlamak ve emisyonları azaltmak için araç hızlarının azaltılması
	YLU ₁₃	Araçlardan yayılan kirleticilerin (emisyonların) izlenmesi
	YLU ₁₄	Araçların faydalı ömürlerinin takip edilmesi
	YLU ₁₅	Araç yakıt tüketimlerinin izlenmesi
	YLU ₁₆	Daha büyük taşıma kapasitesine sahip araçların kullanılması
	YLU ₁₇	İkinci el araç sayısının azaltılması
YLUK ₂	YLU ₂₁	Daha düşük enerjili ulaşım modlarının kullanılması (intermodal, multimodal ve kombine taşımacılık)
	YLU ₂₂	Nakliye yük dağılımının optimize edilmesi
	YLU ₂₃	Seyahat mesafelerini en aza indirecek yönlendirme sistemlerinin kullanılması (araç rotalama uygulamaları)
	YLU ₂₄	Yükleme ve boşaltma işlemleri sırasında araç motorunun kapatılması
	YLU ₂₅	Yükleme, boşaltma ve depolama operasyonlarının mekanizasyonu ve otomasyonu
	YLU ₂₆	Eko-sürüş (güvenli sürüş ve yakıtın boşa harcanmaması) sistemlerinin kullanılması
	YLU ₂₇	Boş yükle dönüşlerin azaltılması
YLUK ₃	YLU ₃₁	Ambalaj kullanımının azaltılması
	YLU ₃₂	Ambalajlama için ekolojik malzemelerin kullanılması
	YLU ₃₃	Geri dönüştürülebilir veya yeniden kullanılabilir ambalaj ve kapların kullanılması
	YLU ₃₄	Eko-etiketleme sisteminin kullanılması
YLUK ₄	YLU ₄₁	Sorumlu atık ayrıştırma uygulamalarının gerçekleştirilmesi
	YLU ₄₂	Tersine lojistik uygulamalarının gerçekleştirilmesi
	YLU ₄₃	Bertaraf ve atık izleme teknolojilerinin iyileştirilmesi
YLUK ₅	YLU ₅₁	Depolama alanının optimize edilmesi
	YLU ₅₂	Ürüne uygun depolama yöntemlerinin kullanılması
	YLU ₅₃	Depolamada alternatif enerji kaynaklarının kullanılması
	YLU ₅₄	Çevre dostu depo tasarımı
	YLU ₅₅	Enerji verimli malzeme taşıma ekipmanlarının kullanılması
YLUK ₆	YLU ₆₁	Çalışanlara yeşil lojistik uygulamaları ve sürdürülebilirlik hakkında eğitimler verilmesi ve çalışan farkındalıklarının artırılması (Yeşil İnsan Kaynakları Yönetimi'nin benimsenmesi)
	YLU ₆₂	Şirket içinde enerji tasarrufu uygulama ve denetimlerinin gerçekleştirilmesi
	YLU ₆₃	Yeşil Bilgi Teknolojilerinin kullanılması (örn. sunucu sayılarının azaltılması, yeşil yazılım kullanımı, vb.) ve sürdürülebilir lojistik uygulamalarını desteklemek için Bilgi Yönetim Sistemleri'nin kullanılması (Karar Destek Sistemleri, Elektronik Veri Değişimi, vb.)
	YLU ₆₄	Çevresel yönetim stratejilerinin oluşturulması (Emisyon dengeleme programlarının uygulanması, Karbon emisyon raporlarının yayımlanması)
	YLU ₆₅	Şirketin çevresel performansının ölçülmesi ve izlenmesi
YLUK ₇	YLU ₇₁	Müşteri, tedarikçi, taşıyıcı ve üçüncü parti lojistik servis sağlayıcılara yeşil lojistik uygulamaları ve sürdürülebilirlik hakkında eğitimler verilmesi
	YLU ₇₂	Müşteri, tedarikçi, taşıyıcı ve üçüncü parti lojistik servis sağlayıcılarla çevre yönetimi konusunda iş birliği yapılması
	YLU ₇₃	Tedarikçi, taşıyıcı ve üçüncü parti lojistik servis sağlayıcıların çevresel performanslarına göre seçilmesi; bu paydaşların çevresel performanslarının ölçülmesi ve izlenmesi
	YLU ₇₄	Çevre yönetim programlarına üyeliklerin gerçekleştirilmesi
	YLU ₇₅	Çevre yönetimi sertifikası alınması (ISO14000, vb.)

4.2.2.1 Yeşil lojistik uygulamalarının sıralanması

İlk olarak, karar vericiler Çizelge 4.7’de belirtilen yeşil lojistik uygulamalarını sürdürülebilirlik performansına katkı açısından önem derecesine göre (en önemliden en az önemliye) sıralamışlardır. Buna istinaden her bir karar vericinin yeşil lojistik uygulamaları için yaptığı önem sıralamaları Çizelge 4.8’de verilmiştir. Çizelgede yer alan “>” işareti bir uygulamanın diğerinden daha önemli olduğunu, “=” işareti ise bir uygulamanın diğeri ile eşit önemde olduğunu ifade etmektedir.

Çizelge 4.8 : Yeşil lojistik uygulama sıralamaları.

Karar Vericiler	Yeşil Lojistik Uygulama Sıralamaları
KV ₁	YLU ₁₁ > YLU ₁₂ > YLU ₁₇ > YLU ₁₆ > YLU ₁₅ = YLU ₁₃ > YLU ₁₄
	YLU ₂₁ > YLU ₂₃ > YLU ₂₆ > YLU ₂₂ > YLU ₂₇ > YLU ₂₅ > YLU ₂₄
	YLU ₃₁ > YLU ₃₂ = YLU ₃₃ > YLU ₃₄
	YLU ₄₁ > YLU ₄₂ > YLU ₄₃
	YLU ₅₃ = YLU ₅₅ > YLU ₅₄ > YLU ₅₁ = YLU ₅₂
	YLU ₆₄ > YLU ₆₅ > YLU ₆₃ > YLU ₆₂ > YLU ₆₁
	YLU ₇₅ > YLU ₇₃ > YLU ₇₄ > YLU ₇₁ = YLU ₇₂
KV ₂	YLU ₁₁ > YLU ₁₆ = YLU ₁₇ > YLU ₁₅ > YLU ₁₂ > YLU ₁₄ > YLU ₁₃
	YLU ₂₁ > YLU ₂₃ > YLU ₂₇ = YLU ₂₂ > YLU ₂₅ > YLU ₂₆ > YLU ₂₄
	YLU ₃₃ > YLU ₃₁ > YLU ₃₂ > YLU ₃₄
	YLU ₄₁ > YLU ₄₂ > YLU ₄₃
	YLU ₅₃ > YLU ₅₅ > YLU ₅₂ > YLU ₅₄ > YLU ₅₁
	YLU ₆₂ = YLU ₆₃ = YLU ₆₄ > YLU ₆₅ > YLU ₆₁
	YLU ₇₅ > YLU ₇₄ > YLU ₇₃ > YLU ₇₂ > YLU ₇₁
KV ₃	YLU ₁₁ > YLU ₁₂ > YLU ₁₃ = YLU ₁₅ > YLU ₁₇ > YLU ₁₄ > YLU ₁₆
	YLU ₂₁ = YLU ₂₃ > YLU ₂₂ > YLU ₂₇ > YLU ₂₆ > YLU ₂₄ = YLU ₂₅
	YLU ₃₁ > YLU ₃₃ > YLU ₃₂ > YLU ₃₄
	YLU ₄₁ > YLU ₄₂ > YLU ₄₃
	YLU ₅₃ > YLU ₅₅ > YLU ₅₄ > YLU ₅₁ > YLU ₅₂
	YLU ₆₄ > YLU ₆₂ > YLU ₆₅ > YLU ₆₃ > YLU ₆₁
	YLU ₇₅ > YLU ₇₃ > YLU ₇₁ > YLU ₇₂ > YLU ₇₄
KV ₄	YLU ₁₁ = YLU ₁₂ > YLU ₁₆ > YLU ₁₃ > YLU ₁₄ > YLU ₁₅ > YLU ₁₇
	YLU ₂₃ > YLU ₂₁ > YLU ₂₆ > YLU ₂₇ > YLU ₂₅ > YLU ₂₂ > YLU ₂₄
	YLU ₃₁ > YLU ₃₃ > YLU ₃₂ > YLU ₃₄
	YLU ₄₂ > YLU ₄₁ > YLU ₄₃
	YLU ₅₃ = YLU ₅₅ > YLU ₅₁ > YLU ₅₄ > YLU ₅₂
	YLU ₆₄ > YLU ₆₂ > YLU ₆₃ > YLU ₆₁ = YLU ₆₅
	YLU ₇₅ > YLU ₇₄ > YLU ₇₃ > YLU ₇₂ > YLU ₇₁

Örneğin, KV₁’e göre araç ve yakıt uygulamaları kategorisinde bulunan YLU₁₁ yeşil lojistik uygulaması (daha az emisyonu neden olan alternatif enerji/yakıt kaynaklarının ve araçların kullanılması (biyoyakıt, elektrikli, hibrit, vb.)) sürdürülebilirlik performansına katkısı düşünüldüğünde, en önemli yeşil lojistik uygulamasıdır.

4.2.2.2 Yeşil lojistik uygulamalarının karşılaştırmalı öncelik değerlerinin belirlenmesi

Karar vericiler bir önceki bölümde açıklanan uygulama sıralamalarını yaptıktan sonra, uygulamaların karşılaştırmalı öncelik değerlerini belirlemişlerdir. Bu değerlerin belirlenmesi için en önemli uygulama diğer uygulamalarla karşılaştırılmıştır ve bu karşılaştırmalar yapılırken daha önce Çizelge 4.1’de belirtilen göreceli önem ölçeği kullanılmıştır. Belirlenen karşılaştırmalı öncelik değerleri her bir karar verici için ayrı ayrı olacak şekilde Çizelge 4.9’da belirtilmiştir.

Örneğin, KV₁ için araç ve yakıt uygulamaları kategorisinde sürdürülebilirlik performansına katkı sağlayan en önemli yeşil lojistik uygulaması YLU₁₁, yani daha az emisyonu neden olan alternatif enerji/yakıt kaynaklarının ve araçların kullanılmasıdır ve bu uygulama YLU₁₂ uygulamasından (yakıt tasarrufu sağlamak ve emisyonları azaltmak için araç hızlarının azaltılması) biraz daha önemlidir. Buna göre YLU₁₁ uygulamasının karşılaştırmalı öncelik değeri 1 iken, YLU₁₂ uygulamasının karşılaştırmalı öncelik değeri 3’tür.

Aynı karar verici için, paketleme uygulamaları kategorisinde sürdürülebilirlik performansına katkı sağlayan en önemli yeşil lojistik uygulaması YLU₃₁, yani ambalaj kullanımının azaltılmasıdır ve bu uygulama, YLU₃₂ uygulamasından (ambalajlama için ekolojik malzemelerin kullanılması) oldukça önemli ve çok önemli arasında bir değere sahiptir. Buna göre YLU₃₁ uygulamasının karşılaştırmalı öncelik değeri 1 iken, YLU₃₂ uygulamasının karşılaştırmalı öncelik değeri 6’dır.

Öte yandan, KV₂ için araç ve yakıt uygulamaları kategorisinde sürdürülebilirlik performansına katkı sağlayan en önemli yeşil lojistik uygulaması YLU₁₁, yani daha az emisyonu neden olan alternatif enerji/yakıt kaynaklarının ve araçların kullanılmasıdır ve bu uygulama YLU₁₆ uygulamasından (daha büyük taşıma kapasitesine sahip araçların kullanılması) biraz daha önemlidir. Buna göre YLU₁₁ uygulamasının karşılaştırmalı öncelik değeri 1 iken, YLU₁₆ uygulamasının karşılaştırmalı öncelik değeri 3’tür. Yine aynı şekilde, YLU₁₆ ve YLU₁₇ (ikinci el araç sayısının azaltılması) uygulamaları KV₁’in yaptığı sıralamada eşit öneme sahip olduğundan, YLU₁₇ uygulamasının da karşılaştırmalı öncelik değeri 3’tür.

Çizelge 4.9 : Yeşil lojistik uygulamalarının karşılaştırmalı öncelik değerleri.

KV₁							
Önem Sırası	YLU ₁₁	YLU ₁₂	YLU ₁₇	YLU ₁₆	YLU ₁₅	YLU ₁₃	YLU ₁₄
Karşılaştırmalı Öncelik Değeri	1	3	4	6	7	7	9
Önem Sırası	YLU ₂₁	YLU ₂₃	YLU ₂₆	YLU ₂₂	YLU ₂₇	YLU ₂₅	YLU ₂₄
Karşılaştırmalı Öncelik Değeri	1	3	4	6	7	8	9
Önem Sırası	YLU ₃₁	YLU ₃₂	YLU ₃₃	YLU ₃₄			
Karşılaştırmalı Öncelik Değeri	1	6	6	7			
Önem Sırası	YLU ₄₁	YLU ₄₂	YLU ₄₃				
Karşılaştırmalı Öncelik Değeri	1	5	6				
Önem Sırası	YLU ₅₃	YLU ₅₅	YLU ₅₄	YLU ₅₁	YLU ₅₂		
Karşılaştırmalı Öncelik Değeri	1	1	2	3	3		
Önem Sırası	YLU ₆₄	YLU ₆₅	YLU ₆₃	YLU ₆₂	YLU ₆₁		
Karşılaştırmalı Öncelik Değeri	1	3	4	5	6		
Önem Sırası	YLU ₇₅	YLU ₇₃	YLU ₇₄	YLU ₇₁	YLU ₇₂		
Karşılaştırmalı Öncelik Değeri	1	2	4	5	5		
KV₂							
Önem Sırası	YLU ₁₁	YLU ₁₆	YLU ₁₇	YLU ₁₅	YLU ₁₂	YLU ₁₄	YLU ₁₃
Karşılaştırmalı Öncelik Değeri	1	3	3	5	6	8	9
Önem Sırası	YLU ₂₁	YLU ₂₃	YLU ₂₇	YLU ₂₂	YLU ₂₅	YLU ₂₆	YLU ₂₄
Karşılaştırmalı Öncelik Değeri	1	2	3	3	5	7	9
Önem Sırası	YLU ₃₃	YLU ₃₁	YLU ₃₂	YLU ₃₄			
Karşılaştırmalı Öncelik Değeri	1	2	5	8			
Önem Sırası	YLU ₄₁	YLU ₄₂	YLU ₄₃				
Karşılaştırmalı Öncelik Değeri	1	3	7				
Önem Sırası	YLU ₅₃	YLU ₅₅	YLU ₅₂	YLU ₅₄	YLU ₅₁		
Karşılaştırmalı Öncelik Değeri	1	3	4	6	9		
Önem Sırası	YLU ₆₂	YLU ₆₃	YLU ₆₄	YLU ₆₅	YLU ₆₁		
Karşılaştırmalı Öncelik Değeri	1	1	1	8	9		
Önem Sırası	YLU ₇₅	YLU ₇₄	YLU ₇₃	YLU ₇₂	YLU ₇₁		
Karşılaştırmalı Öncelik Değeri	1	3	5	7	9		
KV₃							
Önem Sırası	YLU ₁₁	YLU ₁₂	YLU ₁₃	YLU ₁₅	YLU ₁₇	YLU ₁₄	YLU ₁₆
Karşılaştırmalı Öncelik Değeri	1	2	4	4	5	7	8
Önem Sırası	YLU ₂₁	YLU ₂₃	YLU ₂₂	YLU ₂₇	YLU ₂₆	YLU ₂₄	YLU ₂₅
Karşılaştırmalı Öncelik Değeri	1	1	3	4	5	7	7
Önem Sırası	YLU ₃₁	YLU ₃₃	YLU ₃₂	YLU ₃₄			
Karşılaştırmalı Öncelik Değeri	1	2	3	5			
Önem Sırası	YLU ₄₁	YLU ₄₂	YLU ₄₃				
Karşılaştırmalı Öncelik Değeri	1	2	5				
Önem Sırası	YLU ₅₃	YLU ₅₅	YLU ₅₄	YLU ₅₁	YLU ₅₂		
Karşılaştırmalı Öncelik Değeri	1	2	5	7	9		
Önem Sırası	YLU ₆₄	YLU ₆₂	YLU ₆₅	YLU ₆₃	YLU ₆₁		
Karşılaştırmalı Öncelik Değeri	1	2	3	4	5		
Önem Sırası	YLU ₇₅	YLU ₇₃	YLU ₇₁	YLU ₇₂	YLU ₇₄		
Karşılaştırmalı Öncelik Değeri	1	3	7	8	9		
KV₄							
Önem Sırası	YLU ₁₁	YLU ₁₂	YLU ₁₆	YLU ₁₃	YLU ₁₄	YLU ₁₅	YLU ₁₇
Karşılaştırmalı Öncelik Değeri	1	1	4	5	7	8	9
Önem Sırası	YLU ₂₃	YLU ₂₁	YLU ₂₆	YLU ₂₇	YLU ₂₅	YLU ₂₂	YLU ₂₄
Karşılaştırmalı Öncelik Değeri	1	3	4	5	6	7	9
Önem Sırası	YLU ₃₁	YLU ₃₃	YLU ₃₂	YLU ₃₄			
Karşılaştırmalı Öncelik Değeri	1	5	6	9			
Önem Sırası	YLU ₄₁	YLU ₄₂	YLU ₄₃				
Karşılaştırmalı Öncelik Değeri	1	3	5				
Önem Sırası	YLU ₅₃	YLU ₅₅	YLU ₅₁	YLU ₅₄	YLU ₅₂		
Karşılaştırmalı Öncelik Değeri	1	1	5	6	8		
Önem Sırası	YLU ₆₄	YLU ₆₂	YLU ₆₃	YLU ₆₁	YLU ₆₅		
Karşılaştırmalı Öncelik Değeri	1	3	4	5	5		
Önem Sırası	YLU ₇₅	YLU ₇₄	YLU ₇₃	YLU ₇₂	YLU ₇₅		
Karşılaştırmalı Öncelik Değeri	1	3	5	7	8		

4.2.2.3 Yeşil lojistik uygulamalarının ağırlıklarının hesaplanması

Yeşil lojistik uygulamalarının karşılaştırmalı öncelik değerlerinin belirlenmesinin ardından, karar vericiler tarafından sıralanan ve karşılıklı öncelik değerleri belirlenen yeşil lojistik uygulamalarının ağırlıkları hesaplanmıştır. Bunun için karar vericilerin yaptıkları sıralama ve belirledikleri karşılaştırmalı öncelik değerleri kullanılarak, her bir karar verici için bir doğrusal programlama modeli kurulmuştur. Aşağıda Karar Verici 1'e ait doğrusal programlama modelinin oluşturulmasına ilişkin hesaplamalar verilmiştir. Yeşil lojistik uygulama kategorilerinin karşılaştırmalı öncelik değerleri:

$$\varphi_{YLU11/YLU12} = \frac{3}{1} = 3$$

$$\varphi_{YLU12/YLU17} = \frac{4}{3} = 1,33$$

$$\varphi_{YLU17/YLU16} = \frac{6}{4} = 1,5$$

$$\varphi_{YLU16/YLU15} = \frac{7}{6} = 1,17$$

$$\varphi_{YLU15/YLU13} = \frac{7}{7} = 1$$

$$\varphi_{YLU13/YLU14} = \frac{9}{7} = 1,28$$

$$\Phi = (3; 1,33; 1,5; 1,17; 1; 1,28)$$

Denklem 2.3'e istinaden,

$$\frac{W_{YLU11}}{W_{YLU12}} = 3$$

$$\frac{W_{YLU12}}{W_{YLU17}} = 1,33$$

$$\frac{W_{YLU17}}{W_{YLU16}} = 1,5$$

$$\frac{W_{YLU16}}{W_{YLU15}} = 1,17$$

$$\frac{W_{YLU15}}{W_{YLU13}} = 1$$

$$\frac{W_{YLU13}}{W_{YLU14}} = 1,28$$

ve Denklem 2.8'e istinaden

$$\frac{W_{YLU11}}{W_{YLU17}} = 3 \times 1,33 = 3,99$$

$$\frac{W_{YLU12}}{W_{YLU16}} = 1,33 \times 1,5 = 2$$

$$\frac{W_{YLU17}}{W_{YLU15}} = 1,5 \times 1,17 = 1,76$$

$$\frac{W_{YLU16}}{W_{YLU13}} = 1,17 \times 1 = 1,17$$

$$\frac{W_{YLU15}}{W_{YLU14}} = 1 \times 1,28 = 1,28$$

Dolayısıyla, yeşil lojistik uygulamalarının ağırlıklarını hesaplamak üzere Karar Verici 1 için kurulan doğrusal programlama modeli aşağıda verilmiştir. Diğer karar vericiler için de doğrusal programlama modelleri benzer şekilde oluşturulmuştur.

$$\min \chi$$

$$s.t.$$

$$\left| \frac{W_{YLU11}}{W_{YLU12}} - 3 \right| = \chi$$

$$\left| \frac{W_{YLU12}}{W_{YLU17}} - 1,33 \right| = \chi$$

$$\left| \frac{W_{YLU17}}{W_{YLU16}} - 1,5 \right| = \chi$$

$$\left| \frac{W_{YLU16}}{W_{YLU15}} - 1,17 \right| = \chi$$

$$\left| \frac{W_{YLU15}}{W_{YLU13}} - 1 \right| = \chi$$

$$\left| \frac{W_{YLU13}}{W_{YLU14}} - 1,28 \right| = \chi$$

$$\left| \frac{W_{YLU11}}{W_{YLU17}} - 3,99 \right| = \chi$$

$$\left| \frac{W_{YLU12}}{W_{YLU16}} - 2 \right| = \chi$$

$$\left| \frac{W_{YLU17}}{W_{YLU15}} - 1,76 \right| = \chi$$

$$\left| \frac{W_{YLU16}}{W_{YLU13}} - 1,17 \right| = \chi$$

$$\left| \frac{W_{YLU15}}{W_{YLU14}} - 1,28 \right| = \chi$$

$$\sum_{j=1}^7 w_j = 1, \forall_j$$

$$w_j \geq 0, \forall_j$$

Kurulan bu doğrusal programlama modelleri Excel Solver eklentisi kullanılarak ayrı ayrı çözülmüştür. KV₁'in araç ve yakıt uygulamaları kategorisinde bulunan yeşil lojistik uygulamaları için kurulan modelin çözümü ve sapma değerinin hesaplanmasına ilişkin Excel'den alınan ekran görüntüsü Şekil 4.2'de verilmiştir.

YLU Sayısı=7	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Kriter4	Kriter 5	Kriter 6	Kriter 7
Kriter Adı	YLU11	YLU12	YLU13	YLU14	YLU15	YLU16	YLU17
Sıralama	1	2	6	7	5	4	3
YLU'lar (Önem sırasına göre)	YLU11	YLU12	YLU17	YLU16	YLU15	YLU13	YLU14
Karşılaştırmalı Öncelikler	1	3	4	6	7	7	9
Ağırlıklar	YLU11	YLU12	YLU17	YLU16	YLU15	YLU13	YLU14
	0,465	0,155	0,116	0,078	0,067	0,067	0,052
TTS (x)	0,000						

Şekil 4.2 : KV1 için yeşil lojistik uygulamalarının ağırlıklarının hesabı.

Tüm karar vericiler için kurulan modeller yukarıda belirtildiği üzere Excel Solver eklentisi kullanılarak çözülmüş ve karar vericiler bazında yeşil lojistik uygulamalarının ağırlık değerleri Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Örneğin, KV₁ için Araç ve Yakıt Uygulamaları (YLUK₁) kategorisinde bulunan 'Daha az emisyonu neden olan alternatif enerji/yakıt kaynaklarının ve araçların kullanılması (biyoyakıt, elektrikli, hibrit, vb.)' (YLU₁₁) yeşil lojistik uygulamasının ağırlık değeri 0,465'tir. Öte yandan, aynı yeşil lojistik uygulaması KV₂ için 0,441, KV₃ için 0,405 ve KV₄ için 0,353 ağırlık değerine sahiptir.

Çizelge 4.10 : Yeşil lojistik uygulamalarının ağırlık değerleri.

Yeşil Lojistik Uygulamaları	KV₁	KV₂	KV₃	KV₄
YLUK₁ Araç ve Yakıt Uygulamaları				
YLU ₁₁	0,465	0,441	0,405	0,353
YLU ₁₂	0,155	0,073	0,203	0,353
YLU ₁₃	0,067	0,049	0,101	0,071
YLU ₁₄	0,052	0,055	0,058	0,050
YLU ₁₅	0,067	0,088	0,101	0,044
YLU ₁₆	0,078	0,147	0,051	0,088
YLU ₁₇	0,116	0,147	0,081	0,039
YLUK₂ Taşımacılık Uygulamaları				
YLU ₂₁	0,470	0,382	0,326	0,151
YLU ₂₂	0,078	0,127	0,109	0,065
YLU ₂₃	0,153	0,191	0,326	0,454
YLU ₂₄	0,052	0,042	0,047	0,050
YLU ₂₅	0,059	0,076	0,047	0,076
YLU ₂₆	0,117	0,055	0,065	0,113
YLU ₂₇	0,067	0,127	0,081	0,091
YLUK₃ Paketleme Uygulamaları				
YLU ₃₁	0,677	0,274	0,492	0,677
YLU ₃₂	0,113	0,110	0,164	0,113
YLU ₃₃	0,113	0,548	0,246	0,135
YLU ₃₄	0,097	0,068	0,098	0,075
YLUK₄ Atık Yönetimi Uygulamaları				
YLU ₄₁	0,732	0,745	0,588	0,652
YLU ₄₂	0,146	0,149	0,294	0,217
YLU ₄₃	0,122	0,106	0,118	0,130
YLUK₅ Depolama Uygulamaları				
YLU ₅₁	0,105	0,060	0,073	0,080
YLU ₅₂	0,105	0,134	0,057	0,050
YLU ₅₃	0,316	0,537	0,512	0,401
YLU ₅₄	0,158	0,090	0,102	0,067
YLU ₅₅	0,316	0,179	0,256	0,401
YLUK₆ Şirket İçi Uygulamalar				
YLU ₆₁	0,085	0,034	0,088	0,101
YLU ₆₂	0,103	0,309	0,219	0,168
YLU ₆₃	0,128	0,309	0,109	0,126
YLU ₆₄	0,513	0,309	0,438	0,504
YLU ₆₅	0,171	0,039	0,146	0,101
YLUK₇ Şirket Dışı Uygulamalar				
YLU ₇₁	0,093	0,062	0,083	0,069
YLU ₇₂	0,093	0,080	0,073	0,079
YLU ₇₃	0,233	0,112	0,195	0,111
YLU ₇₄	0,116	0,187	0,065	0,185
YLU ₇₅	0,465	0,560	0,584	0,555

4.2.2.4 Yeşil lojistik uygulamaları için hesaplanan ağırlıkların birleştirilmesi

Bir önceki adımda karar verici bazında ağırlıkları hesaplanan yeşil lojistik uygulamalarının ağırlıklarının aritmetik ortalaması alınarak, nihai ağırlıklar hesaplanmıştır. Hesaplanan ağırlık değerleri Çizelge 4.11’de belirtilmiştir.

Çizelge 4.11 : Yeşil lojistik uygulamalarının ağırlık değerleri.

Yeşil Lojistik Uygulamaları	Ağırlık Değerleri
YLUK₁ Araç ve Yakıt Uygulamaları	
YLU ₁₁	0,416
YLU ₁₂	0,196
YLU ₁₃	0,072
YLU ₁₄	0,054
YLU ₁₅	0,075
YLU ₁₆	0,091
YLU ₁₇	0,096
YLUK₂ Taşımacılık Uygulamaları	
YLU ₂₁	0,332
YLU ₂₂	0,095
YLU ₂₃	0,281
YLU ₂₄	0,048
YLU ₂₅	0,065
YLU ₂₆	0,088
YLU ₂₇	0,091
YLUK₃ Paketleme Uygulamaları	
YLU ₃₁	0,53
YLU ₃₂	0,125
YLU ₃₃	0,261
YLU ₃₄	0,084
YLUK₄ Atık Yönetimi Uygulamaları	
YLU ₄₁	0,679
YLU ₄₂	0,202
YLU ₄₃	0,119
YLUK₅ Depolama Uygulamaları	
YLU ₅₁	0,08
YLU ₅₂	0,087
YLU ₅₃	0,441
YLU ₅₄	0,104
YLU ₅₅	0,288
YLUK₆ Şirket İçi Uygulamalar	
YLU ₆₁	0,077
YLU ₆₂	0,2
YLU ₆₃	0,168
YLU ₆₄	0,441
YLU ₆₅	0,114
YLUK₇ Şirket Dışı Uygulamalar	
YLU ₇₁	0,077
YLU ₇₂	0,081
YLU ₇₃	0,163
YLU ₇₄	0,138
YLU ₇₅	0,541

Yeşil lojistik uygulamaları için hesaplanan bu ağırlık değerlerinden yola çıkılarak, yeşil lojistik uygulamalarının sürdürülebilirlik performansına etkileri düşünüldüğünde, araç ve yakıt uygulamaları kategorisinde bulunan en önemli yeşil lojistik uygulaması en yüksek ağırlık değerine (0,416) sahip olan daha az emisyonu neden olan alternatif enerji/yakıt kaynaklarının ve araçların kullanılması (biyoyakıt, elektrikli, hibrit, vb.)’dır.

4.2.3 Yeşil lojistik uygulamaları için nihai ağırlıkların hesaplanması

Yeşil lojistik uygulamalarının sürdürülebilirlik performansına etkisinin incelendiği bu çalışmada son adım, yeşil lojistik uygulamaların nihai önem değerlerinin bulunmasıdır. Buna istinaden her bir yeşil lojistik uygulamasının ağırlıkları, bulundukları kategorilerin ağırlık değerleriyle çarpılarak nihai ağırlıklar hesaplanmıştır.

Sonrasında bulunan bu nihai ağırlıklar, büyükten küçüğe doğru sıralanarak etki sıraları elde edilmiştir. Bu nihai ağırlıklar ve sıralamalar Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12 : Yeşil lojistik uygulamaları için hesaplanan nihai ağırlıklar ve sıralamalar.

Yeşil Lojistik Uygulama Kategorileri	Yeşil Lojistik Uygulamaları	Nihai Ağırlıklar	Sıralama
YLUK ₁ (0,174)	YLU ₁₁ (0,416)	0,07238	3
	YLU ₁₂ (0,196)	0,0341	9
	YLU ₁₃ (0,072)	0,01253	23
	YLU ₁₄ (0,054)	0,0094	26
	YLU ₁₅ (0,075)	0,01305	21
	YLU ₁₆ (0,091)	0,01584	19
	YLU ₁₇ (0,096)	0,0167	18
YLUK ₂ (0,428)	YLU ₂₁ (0,332)	0,1421	1
	YLU ₂₂ (0,095)	0,04066	6
	YLU ₂₃ (0,281)	0,12027	2
	YLU ₂₄ (0,048)	0,02054	16
	YLU ₂₅ (0,065)	0,02782	13
	YLU ₂₆ (0,088)	0,03766	8
	YLU ₂₇ (0,091)	0,03896	7
YLUK ₃ (0,1)	YLU ₃₁ (0,53)	0,053	5
	YLU ₃₂ (0,125)	0,0125	24
	YLU ₃₃ (0,261)	0,0261	14
	YLU ₃₄ (0,084)	0,0084	29
YLUK ₄ (0,096)	YLU ₄₁ (0,679)	0,06518	4
	YLU ₄₂ (0,202)	0,01939	17
	YLU ₄₃ (0,119)	0,01142	25
YLUK ₅ (0,074)	YLU ₅₁ (0,08)	0,00592	33
	YLU ₅₂ (0,087)	0,00644	32
	YLU ₅₃ (0,441)	0,03263	11
	YLU ₅₄ (0,104)	0,0077	30
	YLU ₅₅ (0,288)	0,02131	15
YLUK ₆ (0,076)	YLU ₆₁ (0,077)	0,00585	34
	YLU ₆₂ (0,2)	0,0152	20
	YLU ₆₃ (0,168)	0,01277	22
	YLU ₆₄ (0,441)	0,03352	10
	YLU ₆₅ (0,114)	0,00866	27
YLUK ₇ (0,052)	YLU ₇₁ (0,077)	0,004	36
	YLU ₇₂ (0,081)	0,00421	35
	YLU ₇₃ (0,163)	0,00848	28
	YLU ₇₄ (0,138)	0,00718	31
	YLU ₇₅ (0,541)	0,02813	12

Çizelge 4.12’den hareketle, sürdürülebilirlik performansına en çok katkı sağlayan yeşil lojistik uygulaması en yüksek nihai ağırlık değerine sahip olan (0,1421), birinci sırada yer alan ‘daha düşük enerjili ulaşım modlarının kullanılması (intermodal, multimodal ve kombine taşımacılık)’ uygulamasıdır. Sonrasında bu uygulamayı sırasıyla, 0,12027 nihai ağırlık değeriyle ikinci sırada bulunan ‘seyahat mesafelerini en aza indirecek yönlendirme sistemlerinin kullanılması (araç rotalama uygulamaları)’ uygulaması izlemektedir. Sürdürülebilirlik performansına en çok katkı sağlayan üçüncü yeşil lojistik uygulaması ise 0,07238 nihai ağırlık değerine sahip olan ‘daha az emisyonu neden olan alternatif enerji/yakıt kaynaklarının ve araçların kullanılması (biyoyakıt, elektrikli, hibrit, vb.)’ uygulamasıdır.

Yine bu çizelgeden hareketle, sürdürülebilirlik performansına en az katkı sağlayan yeşil lojistik uygulaması 0,004 nihai ağırlık değeri ile en düşük önem değerine sahip olan ve 36. sırada bulunan ‘müşteri, tedarikçi, taşıeron ve üçüncü parti lojistik servis sağlayıcılara yeşil lojistik uygulamaları ve sürdürülebilirlik hakkında eğitimler verilmesi’ uygulamasıdır.

4.3 İncelenen Firmanın Sürdürülebilirlik Performansının Ölçülmesi

Yeşil lojistik uygulamalarının sürdürülebilirlik performansına etkilerinin incelendiği bu çalışmada, ayrıca incelenen firmanın sürdürülebilirlik performansının ölçülmesi için ek bir çalışma yürütülmüştür. Bu çalışma kapsamında, yeşil lojistik uygulamalarının önceliklendirilmesi için görüşlerine başvurulmuş dört uzman firmalarının yeşil lojistik uygulamalarının başarı düzeylerini değerlendirmişlerdir. Bu değerlendirme için, uzmanlara MS Excel’de hazırlanan bir veri giriş dosyası iletilerek, söz konusu dosyayı doldurmaları istenmiştir. Bu dosyada, çalışmada incelenen yeşil lojistik uygulamaları listelenerek, uzmanların bu uygulamalar için firmalarının ne ölçüde başarılı gördüklerini belirtmeleri istenmiştir. İlgili veri giriş anket dosyasının bir bölümü Şekil 4.3’te verilmiştir.

Aşağıda listelenen Yeşil Lojistik Uygulamalarını (YLU) düşündüğünüzde firmanızın ne ölçüde başarılı olduğunu işaretlemeniz beklenmektedir.

Değerlendirme için kullanılacak ölçek:

- 1: Çok Zayıf
- 2: Ortalamanın Altında
- 3: Ortalama
- 4: Ortalamanın Üstünde
- 5: Çok Yüksek

		Tanım	Çok Zayıf	Ortalamanın Altında	Ortalama	Ortalamanın Üstünde	Çok Yüksek
YLUK ₁ (Araç ve Yakıt Uygulamaları)	YLU ₁₁	Daha az emisyonu neden olan alternatif enerji/yakıt kaynaklarının ve araçların kullanılması (biyoyakıt, elektrikli, hibrit, vb.)	○	○	○	○	○
	YLU ₁₂	Yakıt tasarrufu sağlamak ve emisyonları azaltmak için araç hızlarının azaltılması	○	○	○	○	○
	YLU ₁₃	Araçlardan yayılan kirleticilerin (emisyonların) izlenmesi	○	○	○	○	○
	YLU ₁₄	Araçların faydalı ömürlerinin takip edilmesi	○	○	○	○	○
	YLU ₁₅	Araç yakıt tüketimlerinin izlenmesi	○	○	○	○	○
	YLU ₁₆	Daha büyük taşıma kapasitesine sahip araçların kullanılması	○	○	○	○	○
	YLU ₁₇	İkinci el araç sayısının azaltılması	○	○	○	○	○
YLUK ₂ (Taşımacılık Uygulamaları)	YLU ₂₁	Daha düşük enerjili ulaşım modlarının kullanılması (intermodal, multimodal ve kombine taşımacılık)	○	○	○	○	○
	YLU ₂₂	Nakliye yük dağılımının optimize edilmesi	○	○	○	○	○
	YLU ₂₃	Seyahat mesafelerini en aza indirecek yönlendirme sistemlerinin kullanılması (araç rotalama uygulamaları)	○	○	○	○	○
	YLU ₂₄	Yükleme ve boşaltma işlemleri sırasında araç motorunun kapatılması	○	○	○	○	○
	YLU ₂₅	Yükleme, boşaltma ve depolama operasyonlarının mekanizasyonu ve otomasyonu	○	○	○	○	○
	YLU ₂₆	Eko-sürüş (güvenli sürüş ve yakıtın boşa harcanmaması) sistemlerinin kullanılması	○	○	○	○	○
	YLU ₂₇	Boş yükte dönüşlerin azaltılması	○	○	○	○	○

Şekil 4.3 : Sürdürülebilirlik performans değerlendirmesi veri giriş anket dosyası.

Uzmanlar firmalarının yeşil lojistik uygulama performans değerlerini belirlerken, Çizelge 4.13’te verilen değerlendirme ölçeğini kullanmışlardır.

Çizelge 4.13 : Sürdürülebilirlik performansı değerlendirmesi için kullanılan değerlendirme ölçeği.

Düzye	Tanım
1	Çok Zayıf
2	Ortalamanın Altında
3	Ortalama
4	Ortalamanın Üstünde
5	Çok Yüksek

Uzman değerlendirmelerinin tamamlanmasını takiben dört uzmana ait değerlendirmelerin aritmetik ortalaması alınarak ve sonrasında bu ortalama değerler, ilgili yeşil lojistik uygulamalarının nihai önem ağırlıkları ile çarpılarak, şirketin toplam sürdürülebilirlik performansı ve her bir yeşil lojistik uygulaması için performans değerleri hesaplanmıştır (Bkz. Çizelge 4.14).

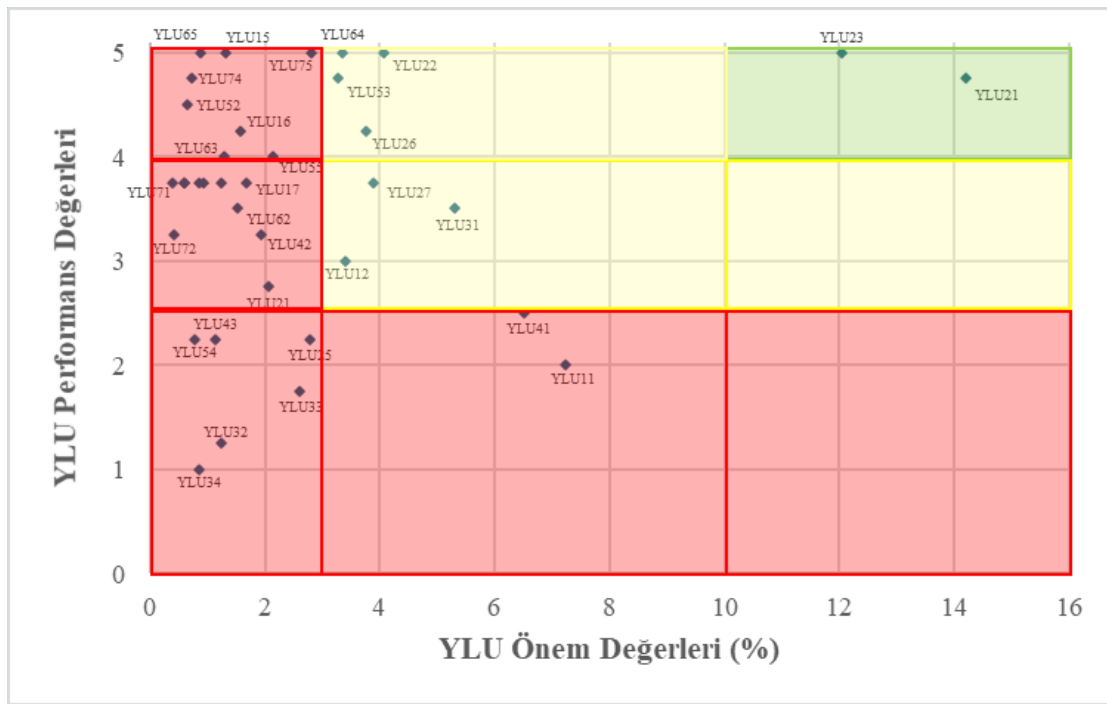
Çizelge 4.14 : Firmanın sürdürülebilirlik performans değerlendirme sonuçları.

Yeşil Lojistik Uygulamaları	Ortalama Performans Değerleri	Nihai Ağırlık Değerleri (%)	Sürdürülebilirlik Performansı*
YLU ₁₁	2	7,24	2,90
YLU ₁₂	3	3,41	2,05
YLU ₁₃	3,75	1,25	0,94
YLU ₁₄	3,75	0,94	0,71
YLU ₁₅	5	1,31	1,31
YLU ₁₆	4,25	1,58	1,34
YLU ₁₇	3,75	1,67	1,25
YLU ₂₁	4,75	14,21	13,50
YLU ₂₂	5	4,07	4,07
YLU ₂₃	5	12,03	12,03
YLU ₂₄	2,75	2,05	1,13
YLU ₂₅	2,25	2,78	1,25
YLU ₂₆	4,25	3,77	3,20
YLU ₂₇	3,75	3,90	2,93
YLU ₃₁	3,5	5,30	3,71
YLU ₃₂	1,25	1,25	0,31
YLU ₃₃	1,75	2,61	0,91
YLU ₃₄	1	0,84	0,17
YLU ₄₁	2,5	6,52	3,26
YLU ₄₂	3,25	1,94	1,26
YLU ₄₃	2,25	1,14	0,51
YLU ₅₁	3,75	0,59	0,44
YLU ₅₂	4,5	0,64	0,58
YLU ₅₃	4,75	3,26	3,10
YLU ₅₄	2,25	0,77	0,35
YLU ₅₅	4	2,13	1,70
YLU ₆₁	3,75	0,59	0,44
YLU ₆₂	3,5	1,52	1,06
YLU ₆₃	4	1,28	1,02
YLU ₆₄	5	3,35	3,35
YLU ₆₅	5	0,87	0,87
YLU ₇₁	3,75	0,40	0,30
YLU ₇₂	3,25	0,42	0,27
YLU ₇₃	3,75	0,85	0,64
YLU ₇₄	4,75	0,72	0,68
YLU ₇₅	5	2,81	2,81
Toplam Sürdürülebilirlik Performansı:			76,36
*: Sürdürülebilirlik Performansı = [Ortalama Performans Değeri x Nihai Ağırlık Değerleri (%)] x 20 (100 üzerinden)			

Çizelge 4.14'te de görüldüğü üzere, incelenen firmanın sürdürülebilirlik performans skoru 100 puan üzerinden 76,36 olarak hesaplanmıştır. Bu performans değerine en büyük katkıyı, en yüksek nihai ağırlığa sahip olan YLU₂₁ (Daha düşük enerjili ulaşım modlarının kullanılması (intermodal, multimodal ve kombine taşımacılık)) uygulaması sağlamaktadır. Çünkü firmanın bu uygulama için başarı değeri oldukça yüksek bir puan olan 4,75'tir. Dolayısıyla, firmanın, sürdürülebilirlik performansına

en çok katkı sağlayan yeşil lojistik uygulamasını başarıyla yürütmesinden ötürü bu performans değerinin firmanın genel sürdürülebilirlik performansına katkısı en yüksek çıkmıştır.

Çalışma kapsamında sürdürülebilirlik performansı değerlendirilen lojistik firması için sürdürülebilirlik performansını daha fazla iyileştirebilmek için odaklanılması gereken yeşil lojistik uygulamalarını belirlemek ve firmaya özgü öneriler oluşturabilmek adına, yeşil lojistik uygulamalarının nihai önem değerleri ve lojistik firmasının her bir uygulama için ortalama performans değerleri göz önünde bulundurularak Şekil 4.4'te verilen Önem-Performans Matrisi oluşturulmuştur.



Şekil 4.4 : Lojistik firmasının YLU'larla ilgili önem-performans matrisi.

Bu matristen yola çıkılarak ilgili yeşil lojistik uygulamaları gruplandırılmıştır. Bu gruplandırmalar yapılırken hesaplanan nihai önem değerleri için %0 - %3 arası düşük önem seviyesi, %3 - %10 arası orta önem seviyesi ve > %10 ise yüksek önem seviyesi olarak belirlenmiştir. Performans değerleri için ise düşük, orta ve yüksek seviye için aralıklar sırasıyla, 0 – 2,5 puan arası, 2,5 – 4 puan arası ve >4 puan olarak belirlenmiştir.

Yukarıda da belirtildiği üzere incelenen lojistik firmasının sürdürülebilirlik performans skoru 100 puan üzerinden 76,36 olarak hesaplanmıştır. Bu değer

göreceli olarak yüksek çıkmasında en büyük etken firmanın daha düşük enerjili ulaşım modlarının kullanılması ve araç rotalama uygulamaları gibi seyahat mesafelerini en aza indirecek yönlendirme sistemlerinin kullanılmasıdır. Bu uygulamaların nihai ağırlık değerleri yüksek olduğundan, sürdürülebilirlik performansına katkıları yüksek olmuştur. Bu uygulamaların sürdürülebilirlik performansları da nihai ağırlık değerleri de yüksek olduğundan, firmanın bu uygulamalardaki başarısını devam ettirmek için çaba sarf etmesi gerekmektedir.

Lojistik firması sürdürülebilirlik performansını arttırabilmek için önem düzeyi orta seviyede olup performansı düşük olan YLU₁₁ ve YLU₄₁ uygulamalarının performansları arttırmak için çaba sarf etmelidir. Yani firmada daha az emisyonu neden olan alternatif enerji/yakıt kaynaklarının ve araçların kullanılması ve sorumlu atık ayrıştırma uygulamalarının gerçekleştirilmesi için kaynak ayrılmalı ve projeler gerçekleştirilmelidir. Bunlara ilaveten, önem düzeyi de performans düzeyi de orta seviyede olan YLU₁₂, YLU₃₁ ve YLU₂₇ uygulamalarının da performanslarını arttırmak için çaba harcanması faydalı olacaktır. Diğer bir ifadeyle, yakıt tasarrufu sağlamak ve emisyonları azaltmak için araç hızlarının azaltılması, ambalaj kullanımının azaltılması ve boş yükle dönüşlerin azaltılması için uğraşılmalıdır.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Gün geçtikçe artan iklim krizi ve toplumların bu konudaki endişesi ile, her çevrede (toplumlar, hükümetler ve operasyonel faaliyet gösteren firmalar) sürdürülebilirlik kavramı önem kazanmıştır. Tedarik zincirinin çevreye, ekonomiye ve sosyal hayata etkileri düşünüldüğünde bu zincirde bulunan her aktör sürdürülebilir adımlar atmaya başlamış olup sürdürülebilirlik performansını arttırmayı hedeflemektedir. Tedarik zincirindeki lojistik faaliyetlerinin hem emisyon etkileri hem de ekonomik etkileri düşünüldüğünde, lojistik firmalarının sürdürülebilirlik performansı önem teşkil etmektedir. Buna istinaden bu firmaların sürdürülebilir adımlar atmak adına yeşil lojistik uygulamalarını benimsemesi elzemdir.

Bu çalışmada, söz konusu yeşil lojistik uygulamalarının sürdürülebilirlik performansına etkileri değerlendirilmiştir. Bunun için literatür araştırması ve uzman görüşleriyle 7 yeşil lojistik uygulama kategorisi ve bu kategorilerde bulunan 36 yeşil lojistik uygulaması belirlenmiş olup, uzman görüşlerine başvurularak bu uygulamaların sürdürülebilirlik performansına etkileri FUCOM yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, söz konusu yeşil lojistik uygulamalarının nihai ağırlıkları hesaplanmış ve bu uygulamalar sürdürülebilirlik performansına katkıları bakımından sıralanmıştır.

Çalışma sonucunda en önemli yeşil lojistik uygulama kategorileri sırasıyla, taşımacılık uygulamaları ve araç ve yakıt uygulamaları olarak belirlenmiştir. İlâveten, yeşil lojistik uygulamaları için hesaplana nihai önem değerleri dikkate alındığında, en önemli uygulamalar sırasıyla ‘daha düşük enerjili ulaşım modlarının kullanılması (intermodal, multimodal ve kombine taşımacılık)’, ‘seyahat mesafelerini en aza indirecek yönlendirme sistemlerinin kullanılması (araç rotalama uygulamaları)’ ve ‘daha az emisyonu neden olan alternatif enerji/yakıt kaynaklarının ve araçların kullanılması (biyoyakıt, elektrikli, hibrit, vb.)’ olarak belirlenmiştir.

‘Daha düşük enerjili ulaşım modlarının kullanılması (intermodal, multimodal ve kombine taşımacılık)’ yeşil lojistik uygulaması, sürdürülebilirlik performansına en çok etki eden uygulamasıdır. Taşımacılıkta mod değişiminin sürdürülebilirliğe birçok etkisi bulunmaktadır. Örneğin, yükün karayolundan demiryoluna aktarılmasıyla yapılan mod değişimi, karayolundaki trafiği azaltacak ve olası kazaları da azaltmış olacaktır. Yine aynı şekilde yükü karayolunda bir araçla taşıyan sürücünün mod değişimi ile birlikte stresi azalacaktır. Bu gibi etkilerle toplumun refah düzeyi artacak

ve sürdürülebilirlik performansının bir boyutu olan sosyal sürdürülebilirliğe de pozitif bir etki sağlanacaktır. Chen vd. (2020)’ne göre, çeşitli ulaşım türleri arasında karayolu taşımacılığı en kirletici; demiryolu taşımacılığı ise en az karbon emisyonuna sahip moddur. Bundan hareketle, taşımacılıkta karayolundan demiryoluna doğru değişen mod, karayolu araçlarından yayılacak olan emisyon oranını azaltacak ve çevresel sürdürülebilirliği arttıracaktır. Ayrıca, karayolu araçlarının fazla yüklenmesi mod değişimi ile birlikte azalacak ve daha az yük taşıyan aracın yakıt tüketimi de azalacaktır. Buna istinaden maliyet düşecek ve ekonomik açıdan sürdürülebilirlik artacaktır. Bu etkenler dikkate alındığında bir yeşil lojistik uygulaması olan taşımacılıkta mod değişimi, sürdürülebilirlik performansına büyük ölçüde etki etmektedir.

‘Seyahat mesafelerini en aza indirecek yönlendirme sistemlerinin kullanılması (araç rotalama uygulamaları)’ yeşil lojistik uygulaması, sürdürülebilirlik performansına en çok etki eden ikinci uygulamadır. Araç rotalama faaliyetlerinin birçok avantajı bulunmaktadır. Doğru şekilde atanan bir karayolu rotasında yük taşıyan araç öncelikle daha kısa mesafede yüklerini teslim eder ve bu da daha az yakıt tüketimi gerektirir. Azalan yakıt tüketiminin maliyeti de azaltacağı göz önüne alındığında, lojistik firmaları ekonomik anlamda avantaj sağlarlar ve sürdürülebilirlik performansları artar. Ek olarak, daha kısa mesafede daha az yakıt tüketimiyle beraber karbon emisyonu azalır ve çevresel sürdürülebilirliğe pozitif katkı sağlanır. Bu da aynı şekilde sürdürülebilirlik performansını arttırır. Optimum rotada yol alan karayolu araçları da seyahat mesafelerinin ve sürelerinin azalması ile olası kazaların da önüne geçer, ayrıca gürültünün azaltılmasına katkıda bulunur ve dolaylı yoldan sürdürülebilirliğin bir boyutu olan sosyal boyuta pozitif şekilde etki eder. Bu gibi nedenlerden dolayı araç rotalama uygulamaları sürdürülebilirlik performansına katkı açısından oldukça önemli bir role sahiptir.

Sürdürülebilirlik performansına en çok katkı sağlayan üçüncü yeşil lojistik uygulaması ise ‘daha az emisyonu neden olan alternatif enerji/yakıt kaynaklarının ve araçların kullanılması (biyoyakıt, elektrikli, hibrit, vb.)’dır. Taşımacılıkta alternatif enerji kaynağı kullanan araçların kullanılmasının sürdürülebilirliğe birçok katkısı bulunmaktadır. Benzin ve dizel ile çalışan araçların çevreye verdiği zarar (artan karbon emisyonu, hava kirliliği ve gürültü) oldukça fazladır. Öte yandan alternatif enerji kaynağına sahip araçların bu gibi zararları minimum düzeydedir. Bu çevresel katkılardan yola çıkılarak toplumların refah düzeyi yükselir, daha temiz bir hava

sahasında yaşıyan insanların hastalanma oranı düşecektir. Bu da dolaylı olarak sürdürülebilirliğin sosyal boyutuna katkı sağlar. Ayrıca yenilenebilir bir enerji kaynağı kullanan bu araçlar, dünyada bulunan kaynakların kullanımını oldukça azaltmaktadır. Bu çevresel avantajlar düşünüldüğünde, filolarında alternatif enerjili araçlar bulunduran lojistik firmaları, sürdürülebilirlik performanslarını önemli ölçüde arttıracaktır. Başlangıç maliyeti benzinle veya dizelle çalışan araçlara göre daha yüksek olmasına rağmen alternatif enerjili araçlar, kullanım ömrü ve düşük arıza düzeyleri düşünüldüğünden kısa sürede satın alım maliyetini karşılayacağından, dolaylı olarak ekonomik sürdürülebilirliğe de katkı sağlar. Sürdürülebilirliğin üç boyutuna da pozitif etki sağlayan bu yeşil lojistik uygulaması, akabinde de sürdürülebilirlik performansına önemli bir katkı sağlar.

Sürdürülebilirlik performansına en az etki eden yeşil lojistik uygulamaları ise ‘Müşteri, tedarikçi, taşıeron ve üçüncü parti lojistik servis sağlayıcılara yeşil lojistik uygulamaları ve sürdürülebilirlik hakkında eğitimler verilmesi’ ve ‘Müşteri, tedarikçi, taşıeron ve üçüncü parti lojistik servis sağlayıcılarla çevre yönetimi konusunda iş birliği yapılması’ uygulamalarıdır. Bu iki uygulama da ‘şirket dışı uygulamalar’ kategorisinde yer almaktadır. Buna göre sürdürülebilirlik performansına en az katkı sağlayan uygulamalar, ilgili lojistik firmasının tedarik zincirindeki diğer aktörlerle ilişkileri ve yürüttüğü politikalardır. Lojistik firmalarının operasyonlarının çevreye zararı düşünüldüğünde, ilgili firmaların diğer uygulamalarının (taşımacılık, araç yakıt, paketleme) sürdürülebilirlik performansını daha çok etkilemesi beklenen bir durumdur. Buna istinaden firmalar öncelikle bu operasyonlarındaki sürdürülebilirlik performanslarını arttırmayı hedeflemektedir, çünkü bu operasyonlar direkt olarak çevreye, ekonomiye ve buna bağlı olarak sosyal yaşama etki eder. Bu uygulamalarda yapılacak iyileştirmeler ve yatırımlar otomatik olarak sürdürülebilirlik performansını arttıracak ve dünyayı tehdit eden iklim krizinin de önüne geçerek sürdürülebilirliğe katkı sağlayacaklardır.

Yeşil lojistik uygulamalarının sürdürülebilirlik performansına etkilerinin incelendiği bu çalışmada, incelenen firmanın sürdürülebilirlik performansı da değerlendirilmiştir. Çalışma kapsamında, yeşil lojistik uygulamalarının önceliklendirilmesi için görüşlerine başvurulmuş dört uzman, aynı zamanda firmalarının yeşil lojistik uygulamalarının başarı düzeylerini de değerlendirmişlerdir. Yapılan değerlendirmeler sonucunda firmanın sürdürülebilirlik performans skoru 100 puan üzerinden 76,36

puan olarak hesaplanmıştır. Firmanın sürdürülebilirlik performansını iyileştirebilmek için odaklanması gereken yeşil lojistik uygulamalarını belirlemek adına uygulamaların nihai önem değerleri ve lojistik firmasının her bir uygulama için ortalama performans değerleri kullanılarak bir Önem-Performans Matrisi oluşturulmuştur. Sürdürülebilirlik performansının iyileştirilebilmesi için özellikle matriste orta önem düzeyinde olup firma performansının düşük olduğu yeşil lojistik uygulamalarının geliştirilmesi gerekmektedir. Bu uygulamalar daha az emisyonu neden olan alternatif enerji/yakıt kaynaklarının ve araçların kullanılması ve sorumlu atık ayrıştırma uygulamalarının gerçekleştirilmesidir. Ayrıca, firma performansı orta seviyede olmasına rağmen önem seviyesi de orta seviyede olan uygulamalara da odaklanması faydalı olacaktır. Bu doğrultuda yakıt tasarrufu sağlamak ve emisyonları azaltmak için araç hızlarının azaltılması, ambalaj kullanımının azaltılması ve boş yükle dönüşlerin azaltılması sürdürülebilirlik performansının iyileşmesine katkı sağlayacaktır. Elbette ki, firma sürdürülebilirlik performansını arttırmak için yatırım yapacağı yeşil lojistik uygulamalarını belirlerken, söz konusu yatırım maliyetlerini de göz önünde bulundurmalıdır.

Bu çalışma, iklim krizi ile karşı karşıya alan dünyada, tedarik zincirindeki faaliyetlerden biri olan lojistik uygulamalarının çevreye verdiği zararlar baz alınarak, bir lojistik firması ele alınıp yeşil lojistik uygulamalarının sürdürülebilirlik performansına etkilerinin ölçülmesi adına yapılmıştır. En çok etki eden yeşil lojistik uygulamaları sıralanarak, sürdürülebilirlik performansını arttırmak isteyen lojistik firmalarına bir öneri niteliği taşımaktadır. Ulusal literatürde bu konuda yapılan çalışmaların kısıtlı sayıda olması nedeniyle, bu çalışmanın literatüre katkı sağlaması beklenmektedir. Gelecek çalışmalarda, Türkiye’de bulunan birden fazla lojistik firması ele alınarak gerek firma gerek uzman sayısı arttırılabilir ve Türkiye’deki yeşil lojistik uygulamaları ve sürdürülebilirlik performansı ilişkisi daha kapsamlı ele alınabilir. Ayrıca, karşılaştırma olması açısından birden fazla ÇKKV yöntemi kullanılarak önceliklendirme yapılabilir. Bu tür öneriler dikkate alınarak yapılacak çalışmalardan hareketle, gelecek çalışmalarda ayrıca Türkiye’deki lojistik sektörünün sürdürülebilirlik performansı da ölçülebilir.

KAYNAKLAR

- Abareshi, A., & Molla, A.** (2013). Greening logistics and its impact on environmental performance: an absorptive capacity perspective. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 16(3), 209-226. <https://doi.org/10.1080/13675567.2013.812193>
- Abushaikh, I.** (2018). The influence of logistics clustering on distribution capabilities: a qualitative study. *International Journal of Retail and Distribution Management*, 46(6), 577-594. <https://doi.org/10.1108/IJRDM-01-2018-0018>
- Adams, C. A., Muir, S., & Hoque, Z.** (2014). Measurement of sustainability performance in the public sector. *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal*, 5(1), 46-67. <https://doi.org/10.1108/SAMPJ-04-2012-0018>
- Agyabeng-Mensah, Y., Afum, E., & Ahenkorah, E.** (2020). Exploring financial performance and green logistics management practices: Examining the mediating influences of market, environmental and social performances. *Journal of Cleaner Production*, 258. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120613>
- Ahmed, W., & Najmi, A.** (2018). Developing and analyzing framework for understanding the effects of GSCM on green and economic performance: Perspective of a developing country. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 29(4), 740-758. <https://doi.org/10.1108/MEQ-11-2017-0140>
- Akandere, G.** (2019). *Yeşil Depo Yönetimi Uygulamalarının İşletme Performansına Etkisi*.
- Ali, K., Kausar, N., & Amir, M.** (2023). Impact of pollution prevention strategies on environment sustainability: role of environmental management accounting and environmental proactivity. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(38), 88891-88904. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-28724-1>
- Ali, S. S., Kaur, R., & Khan, S.** (2023). Evaluating sustainability initiatives in warehouse for measuring sustainability performance: an emerging economy perspective. *Annals of Operations Research*, 324(1-2), 461-500. <https://doi.org/10.1007/s10479-021-04454-w>
- Alvarez, M.** (2019). Distributional effects of environmental taxation: An approximation with a meta-regression analysis. *Economic Analysis and Policy*, 62, 382-401. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2018.10.003>
- Amine Masmoudi, M., Kuzmiec, K. A., Pesch, E., Demir, E., & Hosny, M.** (2020). Container truck transportation routing as a Mixed Fleet Heterogeneous Dial-a-Ride Problem. *MATEC Web of Conferences*, 312, 02005. <https://doi.org/10.1051/mateconf/202031202005>
- Amiruddin, S. Z., Hishamuddin, H., Darom, N. A., & Naimin, H. H.** (2021). A Case Study of Carbon Emissions from Logistic Activities During Supply Chain Disruptions. *Jurnal Kejuruteraan*, 33(2), 221-228. [https://doi.org/10.17576/jkukm-2021-33\(2\)-07](https://doi.org/10.17576/jkukm-2021-33(2)-07)
- Amrutha, V. N., & Geetha, S. N.** (2020). A systematic review on green human resource management: Implications for social sustainability. *İçinde Journal*

- of *Cleaner Production* (C. 247). Elsevier Ltd.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119131>
- Andelmin, J., & Bartolini, E.** (2017). An exact algorithm for the green vehicle routing problem. *Transportation Science*, 51(4), 1288-1303.
<https://doi.org/10.1287/trsc.2016.0734>
- Artiach, T., Lee, D., Nelson, D., & Walker, J.** (2010). The determinants of corporate sustainability performance. *Accounting and Finance*, 50(1), 31-51. <https://doi.org/10.1111/j.1467-629X.2009.00315.x>
- Arvis, J.-F., Ojala, L., Wiederer, C., Shepherd, B., Raj, A., Dairabayeva, K.,... & Kiiski, T.** (2018). *The Logistics Performance Index and Its Indicators*.
- Atashi Khoei, A., Süral, H., & Tural, M. K.** (2023). Energy minimizing order picker forklift routing problem. *European Journal of Operational Research*, 307(2), 604-626. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2022.08.038>
- Bakirci, F., Takım, A., & Tüzemen, A.** (2017). *Türkiye’de Dış Ticaret ve Lojistikte Yeni Fırsatlar ve Hedefler*.
- Banomyong, R., Veerakachen, V., & Supatn, N.** (2008). Implementing leagility in reverse logistics channels. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 11(1), 31-47.
<https://doi.org/10.1080/13675560701403651>
- Beiranvand, D. N., Firouzabadi, K. J., & Dorniani, S.** (2022). A New Framework for Evaluation Sustainable Green Service Supply Chain Management in Oil and Gas Industries. *Tehnicki Glasnik*, 16(1), 74-81.
<https://doi.org/10.31803/tg-20210730170447>
- Bourlakis, M., Maglaras, G., Gallear, D., & Fotopoulos, C.** (2014). Examining sustainability performance in the supply chain: The case of the Greek dairy sector. *Industrial Marketing Management*, 43(1), 56-66.
<https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2013.08.002>
- Bouzaher, A., Sahin, S., & Yeldan, E.** (2015). How to Go Green: a general equilibrium investigation of environmental policies for sustained growth with an application to Turkey’s economy. *Letters in Spatial and Resource Sciences*, 8(1), 49-76. <https://doi.org/10.1007/s12076-014-0124-0>
- Caulfield, J., Polèse, M., Stren, R., & Polese, M.** (2001). The Social Sustainability of Cities: Diversity and the Management of Change. *Canadian Public Policy / Analyse de Politiques*, 27(3), 381.
<https://doi.org/10.2307/3552480>
- Centobelli, P., Cerchione, R., & Esposito, E.** (2018). Environmental sustainability and energy-efficient supply chain management: A review of research trends and proposed guidelines. *İçinde Energies* (C. 11, Sayı 2). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/en11020275>
- Chang, Q., & Qin, R.** (2008). Analysis on Development Path of Tianjin Green Logistics. *International Journal of Business and Management*, 3(9).
- Chen, S., Wu, J., & Zong, Y.** (2020). The impact of the freight transport modal shift policy on China’s carbon emissions reduction. *Sustainability (Switzerland)*, 12(2). <https://doi.org/10.3390/su12020583>
- Chhabra, D., Garg, S. K., & Singh, R. K.** (2017). Analyzing alternatives for green logistics in an Indian automotive organization: A case study. *Journal of Cleaner Production*, 167, 962-969.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.158>
- Chhabra, D., & Kr Singh, R.** (2022). Analyzing barriers to green logistics in context of Circular Economy and Industry 4.0 in the Indian manufacturing

- industry. *International Journal of Logistics Research and Applications*.
<https://doi.org/10.1080/13675567.2022.2134847>
- Chhabra, D., & Singh, R. K.** (2016). Justification of green logistic practices in Indian enterprises using analytic hierarchy process. *Çinde Competitiveness Review: An International Journal, International Journals of Services and Operations Management* (C. 25, Sayı 3).
- Chin, T. A., Tat, H. H., & Sulaiman, Z.** (2015a). Green supply chain management, environmental collaboration and sustainability performance. *Procedia CIRP*, 26, 695-699. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.07.035>
- Chin, T. A., Tat, H. H., Sulaiman, Z., & Muhamad Zainon, S. N. L.** (2015b). Green supply chain management practices and sustainability performance. *Advanced Science Letters*, 21(5), 1359-1362. <https://doi.org/10.1166/asl.2015.6029>
- Choi, H., Park, B., Lee, B., Park, Y., Lee, C., & Ha, J.** (2010). The Logistics Equipment Carbon Emission Monitoring System for a Green Logistics. *Çinde CCIS* (C. 124).
- Chou, D. C., Chen, H. G., & Lin, B.** (2023). Green IT and Corporate Social Responsibility for Sustainability. *Journal of Computer Information Systems*, 63(2), 322-333. <https://doi.org/10.1080/08874417.2022.2058643>
- Ćirović, G., Pamučar, D., & Božanić, D.** (2014). Green logistic vehicle routing problem: Routing light delivery vehicles in urban areas using a neuro-fuzzy model. *Expert Systems with Applications*, 41(9), 4245-4258. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.01.005>
- Colicchia, C., Marchet, G., Melacini, M., & Perotti, S.** (2013). Building environmental sustainability: Empirical evidence from Logistics Service Providers. *Journal of Cleaner Production*, 59, 197-209. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.06.057>
- Copeland, A. M., Ormsby, A. A., & Willingham, A. M.** (2013). Assessment and comparative analysis of a reusable versus disposable to-go system. *Sustainability*, 6(6), 353-358. <https://doi.org/10.1089/SUS.2013.9832>
- Cosimato, S., & Troisi, O.** (2015). Green supply chain management - Practices and tools for logistics competitiveness and sustainability. The DHL case study. *TQM Journal*, 27(2), 256-276. <https://doi.org/10.1108/TQM-01-2015-0007>
- Darnall, N., & Sides, S.** (2008). Assessing the performance of coluntary environmental programs: Does certification matter? *Policy Studies Journal*, 36(1), 95-117. <https://doi.org/10.1111/j.1541-0072.2007.00255.x>
- Datta, P.** (2020). Measuring sustainability performance: A green supply chain index. *Transportation Journal*, 59(1), 73-96. <https://doi.org/10.5325/transportationj.59.1.0073>
- de Souza, T. A. Z., Pinto, G. M., Julio, A. A. V., Coronado, C. J. R., Perez-Herrera, R., Siqueira, B. O. P. S., da Costa, R. B. R., Roberts, J. J., & Palacio, J. C. E.** (2022). Biodiesel in South American countries: A review on policies, stages of development and imminent competition with hydrotreated vegetable oil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 153. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111755>
- Deamer, L., Lee, J., Mulheron, M., & De Waele, J.** (2021). Building sustainability impacts from the bottom up: Identifying sustainability impacts throughout a geotechnical company. *Sustainability (Switzerland)*, 13(21). <https://doi.org/10.3390/su132111981>

- DeBoer, J., Panwar, R., & Rivera, J.** (2017). Toward A Place-Based Understanding of Business Sustainability: The Role of Green Competitors and Green Locales in Firms' Voluntary Environmental Engagement. *Business Strategy and the Environment*, 26(7), 940-955. <https://doi.org/10.1002/bse.1957>
- Del Río Castro, G., González Fernández, M. C., & Uruburu Colsa, Á.** (2021). Unleashing the convergence amid digitalization and sustainability towards pursuing the Sustainable Development Goals (SDGs): A holistic review. *Içinde Journal of Cleaner Production* (C. 280). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122204>
- Diaz-Sarachaga, J. M., Jato-Espino, D., & Castro-Fresno, D.** (2018). Is the Sustainable Development Goals (SDG) index an adequate framework to measure the progress of the 2030 Agenda? *Sustainable Development*, 26(6), 663-671. <https://doi.org/10.1002/sd.1735>
- Dimitrov, L., & Saraceni, A.** (2023). Ranking model to measure energy efficiency for warehouse operations sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 428. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.139375>
- Dioha, M. O., & Kumar, A.** (2020). Sustainable energy pathways for land transport in Nigeria. *Utilities Policy*, 64. <https://doi.org/10.1016/j.jup.2020.101034>
- Doherty, S., Hoyle Manager, S., Logan, C., Sidiqi, S., Hattar, R., Dickinson, A., Anderson, M., Haine, C., World, D. P., Franklin, R., Simchi-Levi, D., Sheffi, Y., Maciver, L., Tessier, T., Roos, J., Rijk, R., Van Doorn, R., Office, C., Guernsey, D., & Van Der Horst, M.** (2009). *Supply Chain Decarbonization*.
- E. Fontela, & Gabus, A.** (1974). DEMATEL, innovative methods: *Battelle Geneva Research Institute*.
- Ecer, F.** (2020). Çok Kriterli Karar Verme: Geçmişten Günümüze Kapsamlı Bir Yaklaşım.
- Elkington, J.** (2006). Governance for sustainability. *Corporate Governance: An International Review*, 14(6), 522-529. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8683.2006.00527.x>
- Elliot, S.** (2011). Transdisciplinary Perspectives on Environmental Sustainability: A Resource Base and Framework for IT-Enabled Business Transformation. *Içinde Source: MIS Quarterly* (C. 35, Sayı 1).
- Elliott, S. R.** (2005). Sustainability: An economic perspective. *Resources, Conservation and Recycling*, 44(3 SPEC. ISS.), 263-277. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2005.01.004>
- Emamisaleh, K., Rahmani, K., & Iranzadeh, S.** (2018). Sustainable Supply Chain Management Practices and Sustainability Performance in the Food Industry. *The South East Asian Journal of Management*, 12(1). <https://doi.org/10.21002/seam.v12i1.8689>
- Eng-Larsson, F., & Kohn, C.** (2012). Modal shift for greener logistics - the shipper's perspective. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 42(1), 36-59. <https://doi.org/10.1108/09600031211202463>
- Eng-Larsson, F., & Norrman, A.** (2014). Modal shift for greener logistics – exploring the role of the contract. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 44(10), 721-743. <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-07-2013-0182>

- European Conference of Ministers of Transport and European Commission.** (2001). *Terminology on Combined Transport*.
- Evangelista, P., Colicchia, C., & Creazza, A.** (2017). Is environmental sustainability a strategic priority for logistics service providers? *Journal of Environmental Management*, 198, 353-362. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.04.096>
- Fan, Z., & Kang, T. W.** (2023). Linking Sustainable Supplier Selection to Firm's Sustainable Performance: The Moderated Mediating Role of Supplier Development and Leadership for Functional Integration. *Sustainability (Switzerland)*, 15(12). <https://doi.org/10.3390/su15129757>
- Farhadikhah, H., & Ziari, K.** (2021). Social sustainability between old and new neighborhoods (case study: Tehran neighborhoods). *Environment, Development and Sustainability*, 23(2), 2596-2613. <https://doi.org/10.1007/s10668-020-00688-z>
- Ferreira, L. M. D. F., & Silva, C.** (2016). Integrating Sustainability Metrics in the Supply Chain Performance Measurement System. İçinde *Innovation, Technology and Knowledge Management* (ss. 113-132). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-29677-7_8
- Ferrero, V., Raman, A. S., Haapala, K. R., & DuPont, B.** (2019). Validating the sustainability of eco-labeled products using a triple-bottom-line analysis. *Smart and Sustainable Manufacturing Systems*, 3(1), 31-52. <https://doi.org/10.1520/SSMS20190022>
- Ferrón-Vílchez, V.** (2016). Does symbolism benefit environmental and business performance in the adoption of ISO 14001? *Journal of Environmental Management*, 183, 882-894. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.09.047>
- George, R. A., Siti-Nabiha, A. K., Jalaludin, D., & Abdalla, Y. A.** (2016). Barriers to and enablers of sustainability integration in the performance management systems of an oil and gas company. *Journal of Cleaner Production*, 136, 197-212. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.01.097>
- Gimenez, C., & Tachizawa, E. M.** (2012). Extending sustainability to suppliers: A systematic literature review. İçinde *Supply Chain Management* (C. 17, Sayı 5, ss. 531-543). <https://doi.org/10.1108/13598541211258591>
- Goodland, R.** (1995). The Concept of Environmental Sustainability. İçinde *Alll u. Rev. Ecol. Syst* (C. 26). www.annualreviews.org
- Govindan, K., Nosrati-Abarghoee, S., Nasiri, M. M., & Jolai, F.** (2022). Green reverse logistics network design for medical waste management: A circular economy transition through case approach. *Journal of Environmental Management*, 322. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115888>
- Göçer, A., & Sevil Oflaç, B.** (2017). Understanding young consumers' tendencies regarding eco-labelled products. *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics*, 29(1), 80-97. <https://doi.org/10.1108/APJML-03-2016-0036>
- Groves, C.** (2019). Sustainability and the future: reflections on the ethical and political significance of sustainability. *Sustainability Science*, 14(4), 915-924. <https://doi.org/10.1007/s11625-019-00700-0>
- Gupta, A., & Singh, R. K.** (2020). Developing a framework for evaluating sustainability index for logistics service providers: graph theory matrix approach. *International Journal of Productivity and Performance*

- Management*, 69(8), 1627-1646. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-12-2019-0593>
- Haldorai, K., Kim, W. G., & Garcia, R. L. F.** (2022). Top management green commitment and green intellectual capital as enablers of hotel environmental performance: The mediating role of green human resource management. *Tourism Management*, 88. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2021.104431>
- Harris, I., Mumford, C. L., & Naim, M. M.** (2014). A hybrid multi-objective approach to capacitated facility location with flexible store allocation for green logistics modeling. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 66, 1-22. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2014.01.010>
- He, Z., Chen, P., Liu, H., & Guo, Z.** (2017). Performance measurement system and strategies for developing low-carbon logistics: A case study in China. *Journal of Cleaner Production*, 156, 395-405. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.04.071>
- Hejazi, M. T., Al Batati, B., & Bahurmuz, A.** (2023). The Influence of Green Supply Chain Management Practices on Corporate Sustainability Performance. *Sustainability*, 15(6), 5459. <https://doi.org/10.3390/su15065459>
- Hishamuddin, H., Abd Aziz, M. A., Darom, N. A. M., Ab Rahman, M. N., & Abd Wahab, D.** (2020). A Disruption Management Model for a Production-Inventory System Considering Green Logistics. *Dynamics In Logistics*, 186-195. <http://www.springer.com/series/11220>
- Huang, Y., Ng, E. C. Y., Zhou, J. L., Surawski, N. C., Chan, E. F. C., & Hong, G.** (2018). Eco-driving technology for sustainable road transport: A review. *İçinde Renewable and Sustainable Energy Reviews* (C. 93, ss. 596-609). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.05.030>
- Idowu, S. O., & Schmidpeter, R.** (2017). *CSR, Sustainability, Ethics & Governance Series editors*. <http://www.springer.com/series/11565>
- Jaiswal, A., Samuel, C., & Ganesh, G. A.** (2019). Pollution optimisation study of logistics in SMEs. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 30(4), 731-750. <https://doi.org/10.1108/MEQ-04-2018-0077>
- Jaller, M., Sánchez, S., Green, J., & Fandiño, M.** (2016). Quantifying the Impacts of Sustainable City Logistics Measures in the Mexico City Metropolitan Area. *Transportation Research Procedia*, 12, 613-626. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.02.015>
- Jana, R. K., Sharma, D. K., & Mitra, S. K.** (2022). Routing and collection load decisions in a green logistics system for delivering lunch boxes. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 39(3), 762-776. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-06-2021-0193>
- Johnson, P. F.** (1998). *Managing Value in Reverse Logistics Systems*.
- Kern, E., Silva, S., & Guldner, A.** (2018). Assessing the Sustainability Performance of Sustainability Management Software. *Technologies*, 6(3), 88. <https://doi.org/10.3390/technologies6030088>
- Khanna, M., Koss, P., Jones, C., & Ervin, D.** (2007). Motivations for voluntary environmental management. *Policy Studies Journal*, 35(4), 751-772. <https://doi.org/10.1111/j.1541-0072.2007.00246.x>
- Kim, H. G., Choi, C. Y., Woo, J. W., Choi, Y., Kim, K., & Wu, D. D.** (2011). Efficiency of the modal shift and environmental policy on the Korean

- railroad. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 25(3), 305-322. <https://doi.org/10.1007/s00477-010-0369-0>
- Kim, Y., Tanaka, K., & Matsuoka, S.** (2020). Environmental and economic effectiveness of the Kyoto Protocol. *PLoS ONE*, 15(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236299>
- Kumar, A., & Anbanandam, R.** (2020). Environmentally responsible freight transport service providers' assessment under data-driven information uncertainty. *Journal of Enterprise Information Management*, 34(1), 506-542. <https://doi.org/10.1108/JEIM-12-2019-0403>
- Laguir, I., Stekelorum, R., & El baz, J.** (2021). Proactive environmental strategy and performances of third party logistics providers (TPLs): Investigating the role of eco-control systems. *International Journal of Production Economics*, 240. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108249>
- Lai, K. hung, & Wong, C. W. Y.** (2012). Green logistics management and performance: Some empirical evidence from Chinese manufacturing exporters. *Omega*, 40(3), 267-282. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2011.07.002>
- Lang, J., Cheng, S., Zhou, Y., Zhao, B., Wang, H., & Zhang, S.** (2013). Energy and environmental implications of hybrid and electric vehicles in China. *Energies*, 6(5), 2663-2685. <https://doi.org/10.3390/en6052663>
- Larina, I. V., Larin, A. N., Kiriliuk, O., & Ingaldi, M.** (2021). Green logistics - Modern transportation process technology. *Production Engineering Archives*, 27(3), 184-190. <https://doi.org/10.30657/pea.2021.27.24>
- Latifah, S. W., & Soewarno, N.** (2023). The environmental accounting strategy and waste management to achieve MSME's sustainability performance. *Cogent Business and Management*, 10(1). <https://doi.org/10.1080/23311975.2023.2176444>
- Lau, K. H.** (2011). Benchmarking green logistics performance with a composite index. *Benchmarking*, 18(6), 873-896. <https://doi.org/10.1108/14635771111180743>
- Laurian, L., Walker, M., & Crawford, J.** (2017). Implementing Environmental Sustainability in Local Government: The Impacts of Framing, Agency Culture, and Structure in US Cities and Counties. *International Journal of Public Administration*, 40(3), 270-283. <https://doi.org/10.1080/01900692.2015.1107738>
- Li, X., Sohail, S., Majeed, M. T., & Ahmad, W.** (2021). Green logistics, economic growth, and environmental quality: evidence from one belt and road initiative economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(24), 30664-30674. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-12839-4>
- Li, Y., Lim, M. K., & Tseng, M. L.** (2019). A green vehicle routing model based on modified particle swarm optimization for cold chain logistics. *Industrial Management and Data Systems*, 119(3), 473-494. <https://doi.org/10.1108/IMDS-07-2018-0314>
- Lin, C. Y., & Ho, Y. H.** (2011). Determinants of Green Practice Adoption for Logistics Companies in China. *Journal of Business Ethics*, 98(1), 67-83. <https://doi.org/10.1007/s10551-010-0535-9>
- Lin, C.-Y., & Ho, Y.-H.** (2008). An Empirical Study on Logistics Service Providers' Intention to Adopt Green Innovations. *Içinde J. Technol. Manag. Innov* (C. 3, Sayı 1). <http://www.jotmi.org>

- Lisi, I. E.** (2015). Translating environmental motivations into performance: The role of environmental performance measurement systems. *Management Accounting Research*, 29, 27-44. <https://doi.org/10.1016/j.mar.2015.06.001>
- Liu, J., Yuan, C., Hafeez, M., & Yuan, Q.** (2018). The relationship between environment and logistics performance: Evidence from Asian countries. *Journal of Cleaner Production*, 204, 282-291. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.310>
- Lourenço, I. C., & Branco, M. C.** (2013). Determinants of corporate sustainability performance in emerging markets: The Brazilian case. *Journal of Cleaner Production*, 57, 134-141. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.06.013>
- Lu, Y., & Li, S.** (2023). Green Transportation Model in Logistics Considering the Carbon Emissions Costs Based on Improved Grey Wolf Algorithm. *Sustainability (Switzerland)*, 15(14). <https://doi.org/10.3390/su151411090>
- Maji, I. K., Mohd Saudi, N. S., & Yusuf, M.** (2023). An assessment of green logistics and environmental sustainability: Evidence from Bauchi. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, 6. <https://doi.org/10.1016/j.clscn.2023.100097>
- Manning, M., Chen, Z., & Marquis, M.** (2007). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Fourth Assessment Report of the IPCC*. <https://www.researchgate.net/publication/224017972>
- Marete, C. K., & Johnson, M. E.** (2021). Case study of social sustainability practices in u.S. small hub airports. *Çinde Transportation Research Record* (C. 2675, Sayı 10, ss. 916-926). SAGE Publications Ltd. <https://doi.org/10.1177/03611981211014209>
- McMichael, A. J., & Lindgren, E.** (2011). Climate change: Present and future risks to health, and necessary responses. *Çinde Journal of Internal Medicine* (C. 270, Sayı 5, ss. 401-413). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2796.2011.02415.x>
- Menesatti, P., Canali, E., Sperandio, G., Burchi, G., Devlin, G., & Costa, C.** (2012). Cost and waste comparison of reusable and disposable shipping containers for cut flowers. *Packaging Technology and Science*, 25(4), 203-215. <https://doi.org/10.1002/pts.974>
- Moktadir, M. A., Mahmud, Y., Banaitis, A., Sarder, T., & Khan, M. R.** (2021). Key performance indicators for adopting sustainability practices in footwear supply chains. *E a M: Ekonomie a Management*, 24(1), 197-213. <https://doi.org/10.15240/TUL/001/2021-1-013>
- Molina-Besch, K.** (2016). A Supply Chain Perspective on Green Packaging Development-Theory Versus Practice. *Çinde Packaging Technology and Science* (C. 29, Sayı 1, ss. 45-63). John Wiley and Sons Ltd. <https://doi.org/10.1002/pts.2186>
- Munasinghe, M.** (2004). Sustainable Development: Basic Concepts and Application to Energy. *Encyclopedia of Energy*, 5.
- Murat Mutlu, H., & Polat, İ.** (2013). *Degree of internationalization in logistics sector and strategic orientations*. <http://www.logforum.net>
- Naudé, M., Quaddus, M. A., Rowe, A., & Nowak, M.** (2011). Adoption of environmental standards in Australia: Focus on ISO 14001. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 18(5), 461-468. <https://doi.org/10.1080/13504509.2011.588270>

- Ngai, E. W. T., Chau, D. C. K., Lo, C. W. H., & Lei, C. F.** (2014). Design and development of a corporate sustainability index platform for corporate sustainability performance analysis. *Journal of Engineering and Technology Management* - *JET-M*, 34, 63-77. <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2013.08.001>
- Nguyen, A. T., Parker, L., Brennan, L., & Lockrey, S.** (2020). A consumer definition of eco-friendly packaging. *Journal of Cleaner Production*, 252. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119792>
- Nicolăescu, E., Alpopi, C., & Zaharia, C.** (2015). Measuring corporate sustainability performance. *Sustainability (Switzerland)*, 7(1), 851-865. <https://doi.org/10.3390/su7010851>
- Novitasari, M., & Agustia, D.** (2021). Green supply chain management and firm performance: the mediating effect of green innovation. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 14(2), 391-403. <https://doi.org/10.3926/jiem.3384>
- Obrecht, M., Feodorova, Z., & Rosi, M.** (2022). Assessment of environmental sustainability integration into higher education for future experts and leaders. *Journal of Environmental Management*, 316. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115223>
- O'Donohue, W., & Torugsa, N. A.** (2016). The moderating effect of 'Green' HRM on the association between proactive environmental management and financial performance in small firms. *International Journal of Human Resource Management*, 27(2), 239-261. <https://doi.org/10.1080/09585192.2015.1063078>
- Pamučar, D., Stević, Ž., & Sremac, S.** (2018). A new model for determining weight coefficients of criteria in MCDM models: Full Consistency Method (FUCOM). *Symmetry*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/sym10090393>
- Pautasso, E., Osella, M., & Caroleo, B.** (2019). Addressing the sustainability issue in smart cities: A comprehensive model for evaluating the impacts of electric vehicle diffusion. *Systems*, 7(2). <https://doi.org/10.3390/systems7020029>
- Pelit, İ.** (2023). Türkiye'nin Lojistik Performans Endeksinin İncelenmesi. İçinde *International Journal of Economics and Innovation* (C. 9, Sayı 1).
- Pham, N. T., Phan, Q. P. T., Tučková, Z., Vo, N., & Nguyen, L. H. L.** (2018). Enhancing the organizational citizenship behavior for the environment: The roles of green training and organizational culture. *Management and Marketing*, 13(4), 1174-1189. <https://doi.org/10.2478/mmcks-2018-0030>
- Pham, N. T., Vo Thanh, T., Tučková, Z., & Thuy, V. T. N.** (2020). The role of green human resource management in driving hotel's environmental performance: Interaction and mediation analysis. *International Journal of Hospitality Management*, 88. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2019.102392>
- Pitelis, C. N.** (2013). Towards a More "Ethically Correct" Governance for Economic Sustainability. *Journal of Business Ethics*, 118(3), 655-665. <https://doi.org/10.1007/s10551-012-1616-8>
- Porter, M. E., & Van Der Linde, C.** (1995). Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship. İçinde *Journal of Economic Perspectives* (C. 9, Sayı 4).
- Potoski, M., & Prakash, A.** (2005). Green clubs and voluntary governance: ISO 14001 and firms' regulatory compliance. İçinde *American Journal of*

- Political Science* (C. 49, Sayı 2, ss. 235-248).
<https://doi.org/10.1111/j.0092-5853.2005.00120.x>
- Presley, A., Meade, L., & Sarkis, J.** (2007). A strategic sustainability justification methodology for organizational decisions: A reverse logistics illustration. *International Journal of Production Research*, 45(18-19), 4595-4620. <https://doi.org/10.1080/00207540701440220>
- Rakhmangulov, A., Sladkowski, A., Osintsev, N., & Muravev, D.** (2018). Green Logistics: A System of Methods and Instruments-Part 2. *Nase More*, 65(1), 49-55. <https://doi.org/10.17818/NM/2018/1.7>
- Ramanathan, U., Bentley, Y., & Pang, G.** (2014). The role of collaboration in the UK green supply chains: An exploratory study of the perspectives of suppliers, logistics and retailers. *Journal of Cleaner Production*, 70, 231-241. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.02.026>
- Ravi, V., & Shankar, R.** (2015). Survey of reverse logistics practices in manufacturing industries: An Indian context. *Benchmarking*, 22(5), 874-899. <https://doi.org/10.1108/BIJ-06-2013-0066>
- Ren, Q., Ku, Y., Wang, Y., & Wu, P.** (2023). Research on design and optimization of green warehouse system based on case analysis. *Journal of Cleaner Production*, 388. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.135998>
- Rezaei, J.** (2015). Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega (United Kingdom)*, 53, 49-57. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2014.11.009>
- Ribas, D. A., & Cachim, P.** (2019). Economic sustainability of buildings: Assessment of economic performance and sustainability index. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 26(1), 2-28. <https://doi.org/10.1108/ECAM-03-2017-0048>
- Roscoe, S., Subramanian, N., Jabbour, C. J. C., & Chong, T.** (2019). Green human resource management and the enablers of green organisational culture: Enhancing a firm's environmental performance for sustainable development. *Business Strategy and the Environment*, 28(5), 737-749. <https://doi.org/10.1002/bse.2277>
- Rosi, M., & Obrecht, M.** (2023). Sustainability Topics Integration in Supply Chain and Logistics Higher Education: Where Is the Middle East? *Sustainability (Switzerland)*, 15(8). <https://doi.org/10.3390/su15086955>
- Saaty, T. L.** (1980). *Analytic hierarchy process*. McGraw-Hill. <http://www.springer.com/series/6161>
- Saeed, A., Jun, Y., Nubuor, S. A., RasikaPriyankara, H. P., & Jayasuriya, M. P. F.** (2018). Institutional pressures, green supply chain management practices on environmental and economic performance: A two theory view. *Sustainability (Switzerland)*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/su10051517>
- Sai, F.** (2018). Study on Green Logistics Initiatives through Text Mining. *Proceedings - 2018 Conference on Technologies and Applications of Artificial Intelligence, TAAI 2018*, 110-115. <https://doi.org/10.1109/TAAI.2018.00033>
- Sajjad, A., & Shahbaz, W.** (2020). Mindfulness and Social Sustainability: An Integrative Review. *Social Indicators Research*, 150(1), 73-94. <https://doi.org/10.1007/s11205-020-02297-9>
- Sarkis, J., Helms, M. M., & Hervani, A. A.** (2010). Reverse logistics and social sustainability. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 17(6), 337-354. <https://doi.org/10.1002/csr.220>

- Sarmiento, M., Durão, D., & Duarte, M.** (2005). Study of enviromental sustainability: The case of Portuguese polluting industries. *Energy*, 30(8 SPEC. ISS.), 1247-1257. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2004.02.006>
- Sawik, B., Faulin, J., & Pérez-Bernabeu, E.** (2017). A Multicriteria Analysis for the Green VRP: A Case Discussion for the Distribution Problem of a Spanish Retailer. *Transportation Research Procedia*, 22, 305-313. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.03.037>
- Sbihi, A., & Eglese, R. W.** (2010). Combinatorial optimization and Green Logistics. *Annals of Operations Research*, 175(1), 159-175. <https://doi.org/10.1007/s10479-009-0651-z>
- Schaltegger, S., & Burritt, R.** (2014). Measuring and managing sustainability performance of supply chains: Review and sustainability supply chain management framework. *Supply Chain Management*, 19(3), 232-241. <https://doi.org/10.1108/SCM-02-2014-0061>
- Scott, A., Li, M., Cantor, D. E., & Corsi, T. M.** (2023). Do voluntary environmental programs matter? Evidence from the EPA SmartWay program. *Journal of Operations Management*, 69(2), 284-304. <https://doi.org/10.1002/joom.1209>
- Scur, G., & Barbosa, M. E.** (2017). Green supply chain management practices: Multiple case studies in the Brazilian home appliance industry. *Journal of Cleaner Production*, 141, 1293-1302. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.158>
- Searcy, C., & Buslovich, R.** (2014). Corporate Perspectives on the Development and Use of Sustainability Reports. *Journal of Business Ethics*, 121(2), 149-169. <https://doi.org/10.1007/s10551-013-1701-7>
- Setyadi, A., Akbar, Y. K., Ariana, S., & Pawirosumarto, S.** (2023). Examining the Effect of Green Logistics and Green Human Resource Management on Sustainable Development Organizations: The Mediating Role of Sustainable Production. *Sustainability*, 15(13), 10667. <https://doi.org/10.3390/su151310667>
- Shoaib, M., Zhang, S., & Ali, H.** (2022). Assessment of sustainable green logistics enablers: a robust framework using fuzzy DEMATEL and ISM approach. *International Journal of Environmental Science and Technology*. <https://doi.org/10.1007/s13762-022-04709-4>
- Singh, A., & Trivedi, A.** (2016). Sustainable green supply chain management: trends and current practices. İçinde *Competitiveness Review* (C. 26, Sayı 3, ss. 265-288). Emerald Group Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1108/CR-05-2015-0034>
- Singh, R. L., & Singh, P. K.** (2017). Global Environmental Problems. İçinde *Principles and Applications of Environmental Biotechnology for a Sustainable Future* (ss. 13-41). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-1866-4_2
- Sivak, M., & Schoettle, B.** (2012). Eco-driving: Strategic, tactical, and operational decisions of the driver that influence vehicle fuel economy. *Transport Policy*, 22, 96-99. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2012.05.010>
- Sruthi, A., Anbuudayasankar, S. P., & Jeyakumar, G.** (2019). Energy efficient green vehicle routing problem. *International Journal of Information Systems and Supply Chain Management*, 12(4), 27-41. <https://doi.org/10.4018/IJISSCM.2019100102>

- Staubach, M., Schebitz, N., Köster, F., & Kuck, D.** (2014). Evaluation of an eco-driving support system. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 27(PA), 11-21. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2014.09.006>
- Sullman, M. J. M., Dorn, L., & Niemi, P.** (2015). Eco-driving training of professional bus drivers - Does it work? *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 58(PD), 749-759. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2015.04.010>
- Sureeyatanapas, P., Poophiukhok, P., & Pathumnakul, S.** (2018). Green initiatives for logistics service providers: An investigation of antecedent factors and the contributions to corporate goals. *Journal of Cleaner Production*, 191, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.206>
- Talib, F., K Josaiman, S., & Faisal, M. N.** (2020). An integrated AHP and ISO14000, ISO26000 based approach for improving sustainability in supply chains. *International Journal of Quality and Reliability Management*, 38(6), 1301-1327. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-04-2020-0129>
- Terzi, N., & Bölükbaş, Ö.** (2016). An analysis of logistics villages in Turkey: Halkali and Yenice. *Pressacademia*, 3(3), 190-190. <https://doi.org/10.17261/pressacademia.2016321977>
- Thanatrakolsri, P. O., Kondo, A., Thepanondh, S., & Outapa, P.** (2016). Effect of Speed on Emissions of Air Pollutants in Urban Environment: Case Study of Truck Emissions. *Japan International Journal of GEOMATE*, 00(00), 2186-2990. <https://www.researchgate.net/publication/296850262>
- Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı.** (2019). *On Birinci Kalkınma Planı 2019-2023*.
- Ubeda, S., Arcelus, F. J., & Faulin, J.** (2011). Green logistics at Eroski: A case study. *International Journal of Production Economics*, 131(1), 44-51. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.04.041>
- United Nations.** (2021). *Sustainable Transport, Sustainable Development Interagency Report I Second Global Sustainable Transport Conference*.
- Uyar, M.** (2020). The Association Between Environmental Strategies and Sustainability Performance in The Context of Environmental Management Accounting. *Ege Akademik Bakis (Ege Academic Review)*, 20(1), 21-41. <https://doi.org/10.21121/eab.590348>
- Vienožindienė, M., Tamulienė, V., & Zaleckienė, J.** (2021). Green logistics practices seeking development of sustainability: Evidence from lithuanian transportation and logistics companies. *Energies*, 14(22). <https://doi.org/10.3390/en14227500>
- Vivas, R., Sant'anna, Â., Esquerre, K., & Freires, F.** (2019). Measuring sustainability performance with multi criteria model: A case study. *Sustainability (Switzerland)*, 11(21). <https://doi.org/10.3390/su11216113>
- Vladimirova, K., & Le Blanc, D.** (2016). Exploring Links Between Education and Sustainable Development Goals Through the Lens of UN Flagship Reports. *Sustainable Development*, 24(4), 254-271. <https://doi.org/10.1002/sd.1626>
- Vollenweider, J.** (2013). The effectiveness of international environmental agreements. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*, 13(3), 343-367. <https://doi.org/10.1007/s10784-012-9193-y>
- Wang, Y., Peng, S., Zhou, X., Mahmoudi, M., & Zhen, L.** (2020). Green logistics location-routing problem with eco-packages. *Transportation*

- Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 143.
<https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.102118>
- Wartick, S. L., & Cochran, P. L.** (1985). The Evolution of the Corporate Social Performance Model. İçinde < *Academy of Management Review* (C. 10, Sayı 4).
- Werner-Lewandowska, K., & Golinska-Dawson, P.** (2021). Sustainable logistics management maturity-the theoretical assessment framework and empirical results from Poland. *Sustainability (Switzerland)*, 13(9).
<https://doi.org/10.3390/su13095102>
- World Commission on Environment and Development.** (1987). *Our Common Future, From One Earth to One World*.
- World Economic Forum, & Accenture.** (2009). *Supply Chain Decarbonisation: the Role of Logistics and Transport in Reducing Supply Chain Carbon Emissions*.
- World Health Organization.** (2002). *The world health report 2002 : reducing risks, promoting healthy life*. World Health Organization.
- World Health Organization.** (2022). *World Health Statistics 2022*.
<http://apps.who.int/bookorders>.
- Wrzaszcz, W., & Zegar, J. St.** (2014). Economic sustainability of Farms in Poland. *European Journal of Sustainable Development*, 3(3), 165-176.
<https://doi.org/10.14207/ejsd.2014.v3n3p165>
- Xiao, C., Wang, Q., van der Vaart, T., & van Donk, D. P.** (2018). When Does Corporate Sustainability Performance Pay off? The Impact of Country-Level Sustainability Performance. *Ecological Economics*, 146, 325-333.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.11.025>
- Yang, B., Hu, Z. H., Wei, C., Li, S. Q., Zhao, L., & Jia, S.** (2015). Routing with time-windows for multiple environmental vehicle types. *Computers and Industrial Engineering*, 89, 150-161.
<https://doi.org/10.1016/j.cie.2015.02.001>
- Yang, Y. C., & Zhao, X.** (2019). Exploring the relationship of green packaging design with consumers' green trust, and green brand attachment. *Social Behavior and Personality*, 47(8). <https://doi.org/10.2224/sbp.8181>
- Yao, S., Pan, Y., Sensoy, A., Uddin, G. S., & Cheng, F.** (2021). Green credit policy and firm performance: What we learn from China. *Energy Economics*, 101. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105415>
- Yawar, S. A., & Seuring, S.** (2017). Management of Social Issues in Supply Chains: A Literature Review Exploring Social Issues, Actions and Performance Outcomes. *Journal of Business Ethics*, 141(3), 621-643.
<https://doi.org/10.1007/s10551-015-2719-9>
- Yildiz Çankaya, S., & Sezen, B.** (2019). Effects of green supply chain management practices on sustainability performance. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 30(1), 98-121.
<https://doi.org/10.1108/JMTM-03-2018-0099>
- Zehra, R.** (2018). *Green HRM: A Need For 21st Century* (C. 5). www.jetir.org
- Zhang, D., Mohsin, M., Rasheed, A. K., Chang, Y., & Taghizadeh-Hesary, F.** (2021). Public spending and green economic growth in BRI region: Mediating role of green finance. *Energy Policy*, 153.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2021.112256>
- Zhang, M., Sun, M., Bi, D., & Liu, T.** (2020a). Green Logistics Development Decision-Making: Factor Identification and Hierarchical Framework

- Construction. *IEEE Access*, 8, 127897-127912.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3008443>
- Zhang, M., Sun, M., Bi, D., & Liu, T.** (2020b). Green Logistics Development Decision-Making: Factor Identification and Hierarchical Framework Construction. *IEEE Access*, 8, 127897-127912.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3008443>
- Zhang, Y., Heinold, A., Meisel, F., Negenborn, R. R., & Atasoy, B.** (2022). Collaborative planning for intermodal transport with eco-label preferences. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 112. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2022.103470>
- Zhang, Y., Thompson, R. G., Bao, X., & Jiang, Y.** (2014). Analyzing the Promoting Factors for Adopting Green Logistics Practices: A Case Study of Road Freight Industry in Nanjing, China. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 125, 432-444. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.1486>
- Zhu, Q., Sarkis, J., & Lai, K. hung.** (2007). Initiatives and outcomes of green supply chain management implementation by Chinese manufacturers. *Journal of Environmental Management*, 85(1), 179-189. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2006.09.003>
- Žižovic, M., & Pamucar, D.** (2019). New model for determining criteria weights: Level based weight assessment (lbwa) model. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 2(2), 126-137. <https://doi.org/10.31181/dmame1902102z>
- Zubizarreta, M., Cuadrado, J., Orbe, A., & García, H.** (2019). Modeling the environmental sustainability of timber structures: A case study. *Environmental Impact Assessment Review*, 78. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2019.106286>

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : İmge Benay Sivuk
Doğum Tarihi ve Yeri :
E-posta :

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2020, Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği (%100 İngilizce)

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- 2021 yılından beri Ekol Lojistik firmasında Kıdemli İş Analisti olarak çalışmaktadır.